

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**POTENSI PENGGUNAAN CANGKANG KERANG SEBAGAI FILTER
DALAM PROSES DEPURASI TERHADAP KANDUNGAN LOGAM
BERAT KADMIUM (Cd) PADA KERANG BULU (*Anadara antiquata*)**



Oleh :
MA'RIFATUL NIKMAH
LAMONGAN – JAWA TIMUR

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2017**

Surat Pernyataan Keaslian Karya Tulis Skripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N a m a : Ma'rifatul Nikmah

N I M : 141111062

Tempat, tanggal lahir : Lamongan, 25 Agustus 1993

Alamat : Banyu Urip Wetan 4a/ 6 Surabaya Telp/HP:081553888822

Judul Skripsi : Potensi Penggunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter Dalam Proses Depurasi Terhadap Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Pembimbing : 1. Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.
2. Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M.Vet.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil tulisan laporan Skripsi yang saya buat adalah murni hasil karya saya sendiri (bukan plagiat) yang berasal dari Dana Penelitian : Mandiri / Proyek Dosen / Hibah / PKM.

Di dalam skripsi / karya tulis ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan atau gagasan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang saya aku seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya, serta kami bersedia :

1. Dipublikasikan dalam Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga;
2. Memberikan ijin untuk mengganti susunan penulis pada hasil tulisan skripsi / karya tulis saya ini sesuai dengan peranan pembimbing skripsi;
3. Diberikan sanksi akademik yang berlaku di Universitas Airlangga, termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh (sebagaimana diatur di dalam Pedoman Pendidikan Unair 2010/2011 Bab. XI pasal 38 – 42), apabila dikemudian hari terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain yang seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri

Demikian surat pernyataan yang saya buat ini tanpa ada unsur paksaan dari siapapun dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 7 Februari 2017

Yang membuat pernyataan,



Ma'rifatul Nikmah

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**POTENSI PENGGUNAAN CANGKANG KERANG SEBAGAI FILTER
DALAM PROSES DEPURASI TERHADAP KANDUNGAN LOGAM
BERAT KADMIUM (Cd) PADA KERANG BULU (*Anadara antiquata*)**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga



Pembimbing Utama

Pembimbing Serta

Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.,
NIP. 19580117 198601 1 001

Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M.Vet.
NIP. 19831106 201012 1 003

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**POTENSI PENGGUNAAN CANGKANG KERANG SEBAGAI FILTER
DALAM PROSES DEPURASI TERHADAP KANDUNGAN LOGAM
BERAT KADMIUM (Cd) PADA KERANG BULU (*Anadara antiquata*)**

Oleh :
MA'RIFATUL NIKMAH
NIM. 141111062

Telah diujikan pada
Tanggal : 31 Januari 2016

KOMISI PENGUJI SKRIPSI

Ketua : Abdul Manan, S.Pi., M.Si
Anggota : Prayogo, S.Pi., MP.
Agustono, Ir., M.Kes.
Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.
Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M.Vet.

Mengetahui,

Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Airlangga
Dekan



Prof. Dr. Mimi Lamid, drh., M.P.
NIP. 19620116 199203 2 001

RINGKASAN

MA'RIFATUL NIKMAH. Potensi Penggunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter Dalam Proses Depurasi Terhadap Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Kerang Bulu (*Anadara Antiquata*). Dosen Pembimbing Boedi Setya Rahardja, Ir., MP., dan Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M.Vet.

Kerang bulu adalah salah satu jenis kerang yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. kerang merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder*, sehingga biota ini sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut. Kerang bulu memiliki beberapa kegunaan, salah satunya adalah diolah sebagai makanan, sehingga cangkang kerang bulu yang merupakan bahan sisa produksi makanan dapat menimbulkan limbah yang cukup banyak. Cangkang kerang sebagai sumber kalsium, tergolong kedalam limbah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan cangkang kerang bulu sebagai filter berpengaruh dalam proses depurasi terhadap kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*). Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap sebagai rancangan percobaan. Perlakuan yang digunakan adalah filter serbuk cangkang kerang, yaitu P0 (kontrol 0%), P1 (serbuk cangkang kerang 25%), P2 (serbuk cangkang kerang 50%), P3 (serbuk cangkang kerang 75%), dan P4 (serbuk cangkang kerang 100%) masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Parameter utama yang diamati adalah kandungan kadmium daging kerang bulu. Parameter penunjang yang diamati adalah parameter kualitas air. Analisis data menggunakan *Analisis of Varian* (ANOVA) dan untuk mengetahui perlakuan terbaik dilakukan uji jarak berganda Duncan.

Hasil penelitian pemberian serbuk cangkang kerang sebagai filter menunjukkan bahwa perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kandungan kandungan kadmium daging kerang bulu. Penurunan kadmium terendah didapatkan dari perlakuan P0 (kontrol) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Penurunan kadmium tertinggi didapatkan dari perlakuan P3 (serbuk cangkang kerang 75%) yang berbeda nyata dengan yang lainnya.

SUMMARY

MA'RIFATUL NIKMAH. The Potential Use of *Andara Antiquata* Shell as a Filter in the Depuration Process To Cadmium (Cd) Contamination of *Andara* sp. Supervisor Boedi Setya Rahardja, Ir., MP., dan Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M.Vet.

Andara sp. is one of bivalve that has a high economical value. Bivalves are potential to be contaminated by heavymetal, because they are filter feeder, so they often used as a tested species in a monitoring rate of accumulation of heavymelats in marine organisms. Bivalves has several purposes, one of them is processed as a food, so that *Andara* sp.'shell which is the residue of food production can cause some waste. *Andara* sp.'shell as a calcium source, is classified as a waste

This research purposing to seek the effect of the use of bivalve shell as filter has an impact in a depuration process to the contamination of heavymetals cadmium (Cd) of *Andara* sp.. The research method used in the experiment is Completely Randomized Design as an experimental design. Treatment used are filter bivalve shell powder, which are P0 (control), P1 (bivalve shell powder of 25%), P2 (bivalve shell powder of 50%), P3 (bivalve shell powder of 75%), and P4 (bivalve shell powder of 100%) each treatment repeated 4 times. Main parameter observed is the cadmium contamination on *Andara* sp.. Supporting parameter observed is water quality. Date analysis using *Analisis of Varian* (ANOVA) and to search for the best treatment we use Duncan multiple range test.

The result shows that the use of bivalve shell powder as a filter gives significant differencess to the cadmium contamination on *Andara* sp.. The reduction of the lowest cadmium obtained from P0 (control) that are significantly different with other treatments. The reduction of the highest cadmium obtained from P3 (bivalve shell powder of 75%) which is significantly different from other treatments.

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tentang Potensi Penggunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter Dalam Proses Depurasi Terhadap Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Kerang Bulu (*Anadara Antiquata*). Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih belum sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi kepada semua pihak, khususnya bagi Mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya guna kemajuan serta perkembangan ilmu dan teknologi dalam bidang perikanan, terutama budidaya perairan.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala rahmat, hidayah dan karuniaNya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Sebagai insane akademis saya telah berusaha untuk menyelesaikan karya ilmiah ini. Saya menyadari dengan sepenuhnya bahwa dalam proses penyusunan karya ilmiah ini banyak pihak yang telah membantu. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof.Dr. Mirni Lamid, drh., M.P., selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
2. Boedi Setya Rahardja, Ir., MP., dan Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M.Vet. selaku dosen pembimbing skripsi atas segala bimbingan, saran, arahan, bantuan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan proposal skripsi hingga laporan skripsi ini terselesaikan.
3. Prayogo, S.Pi., MP., Agustono, Ir., M.Kes. dan Abdul Manan, S.Pi., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan evaluasi dan arahan hingga selesainya skripsi ini.
4. Abdul Manan, S.Pi., M.Si selaku dosen wali atas segala saran, arahan, bimbingan dan nasihat yang telah diberikan penulis selama ini.
5. Segenap dosen dan staff Fakultas Perikanan dan Kelautan yang turut membantu dalam kelancaran terselesaikannya skripsi ini.
6. Ayahanda Samiran, Ibunda Siti Zaenab, kakak M. Hafid Ali serta keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan, materi, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Rekan tim penelitian Seputri Rosmarini, Mbak Mami, Sulvia, Bila, Fahrul dan Rangga yang turut membantu dan bekerjasama dengan baik dari awal hingga akhir penelitian.
8. Puspita Indra W. atas dukungan dan waktu yang selalu diberikan.
9. Kurniawati Ayu, Seputri Rosmarini, Elly Widiastri, Nurul Kameliyani dan Khalidah Permatasari atas dukungan, semangat dan waktu yang diberikan.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN.....	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biologi Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	5
2.1.1 Klasifikasi.....	5
2.1.2 Morfologi.....	5
2.1.3 Habitat dan Penyebaran.....	6
2.2 Kadmium (Cd)	7
2.2.1 Sifat Kadmium (Cd).....	7
2.2.2 Sumber Kadmium (Cd)	7
2.2.3 Toksisitas Kadmium (Cd).....	8
2.3 Depurasi.....	9
2.4 Filter	10
2.4.1 Kegunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter Air.....	11

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

III	KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS	12
3.1	Kerangka Konseptual	12
3.2	Hipotesis	16
IV	METODOLOGI PENELITIAN	17
4.1	Tempat dan Waktu	17
4.2	Materi Penelitian	17
4.2.1	Alat Penelitian	17
4.2.2	Bahan Penelitian	17
4.3	Metode Penelitian	18
4.3.1	Prosedur Kerja	18
	A. Persiapan Alat dan Bahan	18
	B. Rancangan Penelitian	19
	D. Pemeliharaan Kerang Bulu	20
4.3.2	Variabel Penelitian	20
4.3.2	Uji AAS Kandungan Logam Berat	21
4.4	Analisis Data	21
V	HASIL DAN PEMBAHASAN	23
5.1	Hasil	23
5.1.1	Morfometrik Kerang Bulu	23
5.1.2	Kandungan Cd	23
5.1.3	Persentase Kandungan Cd	25
5.1.4	Hasil Analisis Mortalitas Kerang Bulu	29
5.1.5	Kualitas Air	30
5.2	Pembahasan	32
VI	KESIMPULAN DAN SARAN	37
6.1	Kesimpulan	37
6.2	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Morfometrik Kerang Bulu.....	23
2. Persentase Penurunan Kandungan Cd	27
3. Persentase Penurunan Kandungan Cd	28
4. Mortalitas	29
5. Nilai kisaran parameter kualitas air	31

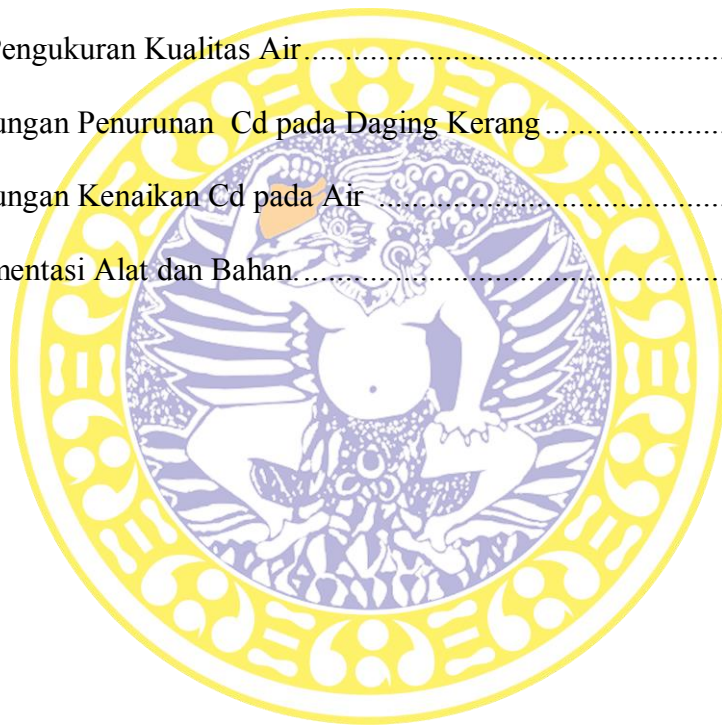


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Kerang Bulu (<i>Anadara antiquanta</i>).....	5
2. Anatomi Kerang	6
3. Bagan Kerangka Konseptual Penelitian.....	15
4. Denah Perlakuan.....	20
5. Bagan Diagram Alir Penelitian	22
6. Grafik Kandungan Cd di Air.....	24
7. Grafik Kandungan Cd di Daging.....	25
8. Grafik Persentase Kenaikan Cd di Air.....	26
9. Grafik Persentase Penurunan Cd di Daging.....	27
10. Grafik Persentase Penurunan Cd di Daging.....	28
11. Grafik Mortalitas	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Morfometrik Kerang Bulu	44
2. Data Hasil Uji AAS	59
3. Uji Statistika	62
4. Cara Kerja AAS	65
5. Data Pengukuran Kualitas Air	66
6. Perhitungan Penurunan Cd pada Daging Kerang	69
7. Perhitungan Kenaikan Cd pada Air	72
8. Dokumentasi Alat dan Bahan	73



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah pesisir pantai sering mengalami pencemaran akibat dari buangan limbah dari daratan yang mengalir ke aliran sungai yang kemudian berakhir di laut (Purwaningsih dkk, 2015). Wilayah laut Indonesia membentang melebihi lima juta kilometer persegi atau hampir dua kali luas daratannya. Pada satu sisi, laut merupakan tempat hidup berbagai biota laut, pada sisi lain merupakan tempat terakhir pembuangan limbah. Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan, menyebabkan peningkatan jumlah dan jenis pencemar yang masuk ke lingkungan perairan laut, sehingga pada suatu saat akan dapat melampaui kesetimbangan air laut yang mengakibatkan sistem perairan laut tercemar (Haryoto dan Wibowo, 2004).

Pencemaran perairan ditandai dengan adanya perubahan sifat fisik, kimia dan biologi perairan. Bahan pencemar berupa logam berat di perairan akan membahayakan kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Salah satu jenis logam berat yang memasuki perairan dan bersifat toksik adalah kadmium (Cd) (Akbar dkk, 2014). Logam berat kadmium terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi racun bagi kehidupan perairan. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan seperti kerang umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh kerang (Yennie dan Murtini, 2005).

Menurut Yennie dan Murtini (2005) kerang merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder*, sehingga biota ini

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut. Salah satu jenis kerang yang sering ditemukan diperairan Indonesia adalah kerang bulu (*Anadara antiquata*). Kerang bulu adalah salah satu jenis kerang yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan pada umumnya sebagai sumber makanan laut di wilayah Asia Tenggara dan beberapa wilayah Pasifik (Ulysses *et al*, 2009). Kerang bulu memiliki beberapa kegunaan, salah satunya adalah diolah sebagai makanan, sehingga cangkang kerang bulu yang merupakan bahan sisa produksi makanan dapat menimbulkan limbah yang cukup banyak. Cangkang kerang sebagai sumber kalsium, tergolong kedalam limbah. Pemanfaatan cangkang kerang bulu masih sedikit seperti bahan baku souvenir.

Cangkang kerang mengandung 66,70 % kalsium karbonat (Siregar, 2009). Kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai penjernih air. Kalsium karbonat pada kerang mampu membersihkan air, bahkan dapat mengurangi kadar besi, mangan dan logam lainnya (Sari dkk., 2013).

Metode depurasi pada prinsipnya adalah langkah purifikasi biota pada suatu kondisi yang terkendali. Kerang yang ditangkap diperairan tercemar logam berat sebaiknya dilakukan proses pembersihan atau depurasi, tujuan proses depurasi ini adalah untuk mengurangi resiko dari kontaminan bakteri dan beberapa logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Gabr dan Gab-Alla, 2008).

Sampai saat ini penelitian mengenai pengaruh penggunaan cangkang kerang bulu sebagai filter berpengaruh dalam proses depurasi terhadap kandungan logam

berat kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) belum pernah dilakukan. Sebagai hasil akhir diharapkan dapat menghasilkan kerang bulu dengan kadmium rendah sehingga aman untuk dikonsumsi manusia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah penggunaan cangkang kerang bulu sebagai filter berpengaruh dalam proses depurasi terhadap kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*)?
2. Apakah terjadi penurunan kandungan kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) setelah dilakukan proses depurasi ?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan cangkang kerang bulu sebagai filter dalam proses depurasi terhadap kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*).
2. Mengetahui penurunan kandungan kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) setelah proses depurasi.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang potensi penggunaan cangkang kerang bulu sebagai filter dalam proses depurasi terhadap kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*). Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan pengaruh persentase cangkang kerang terbaik sebagai filter. Selain itu, dapat menurunkan kandungan kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) melalui proses depurasi sebelum dikonsumsi.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

2.1.1 Klasifikasi

Klasifikasi kerang bulu (*Anadara antiquata*) (Gambar 1) berdasarkan Broom (1985) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Ordo	: Taxodonta
Superfamili	: Arcacea
Famili	: Arcidae
Genus	: <i>Anadara</i>
Spesies	: <i>Anadara antiquata</i>



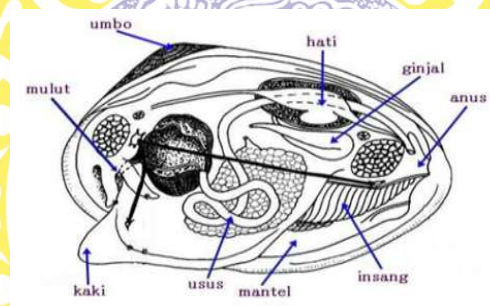
Gambar 1. Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

2.1.2 Morfologi

Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima bagian, yaitu kaki (*food, byssus*), kepala (*head*), bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mess*), selaput (*mantle*), dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ syaraf sensorik dan mulut. Bagian kaki merupakan otot yang mudah berkontraksi, dan bagian ini merupakan alat gerak utama (Setyono, 2006). Ciri kerang bulu

adalah cangkang terdiri dari dua keping yang saling menutup dan berwarna coklat kehitaman. Bentuk secara keseluruhan hampir bulat, dan pada mulut cangkang banyak ditemukan bulu kecil (Sakinah, 2013).

Menurut Nurdin dkk (2006) pertumbuhan kerang bulu dapat diamati dengan melihat pertambahan ukuran cangkang kerang. Bertambahnya ukuran kerang ditandai dengan bertambahnya garis pertumbuhan. Secara umum pengukuran panjang merupakan salah satu parameter untuk mengetahui pertumbuhan kerang. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kerang yaitu musim, suhu, makanan, salinitas dan faktor kimia air lainnya yang berbeda setiap daerah.



Gambar 2. Anatomi Kerang

2.1.3 Habitat dan Penyebaran

Kerang bulu pada umumnya hidup di perairan berlumpur pada perairan dangkal dengan tingkat kekeruhan tinggi. Kerang bulu hidup di perairan pantai yang memiliki pasir berlumpur dan dapat juga ditemukan pada ekosistem estuari, mangrove dan padang lamun (Mzighani, 2005). Kerang *A. antiquata* hidup mengelompok dan umumnya banyak ditemukan pada substrat yang kaya kadar organik. Distribusi kerang tersebut meliputi Australia, Tropical Indo-West Pacific, Red Sea, South China Sea, Vietnam, China, Hong Kong (Xianggang), Thailand,

Philippines, New Caledonia, Jepang dan Indonesia yang tersebar di kawasan pesisir pantai (OBIS Indo-Pacific Molluscan Database, 2006). Memiliki kemampuan beradaptasi yang cukup tinggi, pada berbagai habitat, dapat mengakumulasi logam berat tanpa mengalami kematian serta berperan sebagai bioindikator lingkungan (Cappenberg dkk., 2006).

2.2 Kadmium (Cd)

2.2.1 Sifat Kadmium

Kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan panas, tahan terhadap korosi. Kadmium (Cd) digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen untuk industri cat, enamel, dan plastik (Istarani dan Pandebesie, 2014). Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan kadmium Oksida bila dipanaskan. Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfid). Kadmium membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil. Kadmium memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4, titik leleh $321^{\circ}C$, titik didih $767^{\circ}C$ dan memiliki masa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Widowati dkk., 2008).

2.2.2 Sumber Kadmium

Kadmium merupakan hasil sampingan dari pengolahan bijih logam seng (Zn), yang digunakan sebagai pengganti seng. Unsur ini bersifat lentur, tahan terhadap tekanan, memiliki titik lebur rendah serta dapat dimanfaatkan untuk

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

pencampur logam lain seperti nikel, perak, tembaga, dan besi. Senyawa kadmium juga digunakan bahan kimia, bahan fotografi, pembuatan tabung TV, cat, karet, sabun, kembang api, percetakan tekstil dan pigmen untuk gelas dan email gigi (Jensen et al., 1981 *dalam* Herman, 2006)

Mineral-mineral bijih yang mengandung kadmium diantaranya adalah *sulfida green ockite*, *karbonat otavite*, dan oksida kadmium. Mineral-mineral tersebut terbentuk berasosiasi dengan bijih sfalerit dan oksidanya, atau diperoleh dari debu sisa pengolahan dan lumpur elektrolitik. Kadmium mempunyai titik didih rendah dan mudah terkonsentrasi ketika memasuki atmosfer. Air dapat juga tercemar apabila dimasuki oleh sedimen dan limbah pertambangan mengandung Cd, sementara ketika bercampur dengan asap akan membentuk pencemaran terhadap udara (Herman, 2006).

2.2.3 Toksisitas Kadmium

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang paling banyak ditemukan pada lingkungan, khususnya lingkungan perairan, serta memiliki efek toksik yang tinggi, bahkan pada konsentrasi yang rendah (Almeida et al., 2009). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 : 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan, kandungan logam berat Cd dari kelompok kerang adalah 1,0mg/kg dan pada air 0,005 mg/liter. Namun, logam tersebut dapat mengalami proses bioakumulasi pada tubuh manusia, sehingga meskipun jumlah yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ dalam tubuh (Palar, 2008).

Kadmium memiliki efek yang tidak baik untuk manusia dewasa, diantaranya menaikkan resiko terjadinya kanker payudara, penyakit kardiovaskular atau paru-paru, dan penyakit jantung. Efek lain yang menunjukkan toksisitas kadmium adalah kegagalan fungsi ginjal, encok, pembentukan artritis, juga kerusakan tulang (Chen, 2009). Logam kadmium (Cd) akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Pada tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dan dalam rantai makanan biota yang tertinggi akan mengalami akumulasi kadmium (Cd) yang lebih banyak (Palar, 2008).

2.3 Depurasi

Metode depurasi mempunyai prinsip langkah purifikasi biota pada suatu kondisi terkendali (Gabr dan Gab-Alla, 2008). Depurasi adalah suatu proses pencucian kerang, sehingga kerang yang tercemar dapat tercuci dengan sendirinya dari pencemar dalam bak-bak yang berisi air laut steril. Air laut disterilkan oleh unit sterilisasi, kemudian dimasukkan kembali ke dalam bak-bak tempat kerang berada. Sirkulasi air laut berjalan terus selama depurasi berlangsung sekitar 48 jam (Peranginangin et al., 1984 *dalam* Murdinah, 2009). Depurasi kerang akan sangat bermanfaat untuk mengurangi konsentrasi bahan berbahaya yang terdapat pada cangkang maupun jaringan lunak atau daging kerang. Usaha depurasi toksin dalam kerang merupakan salah satu upaya untuk menghindari dampak tersebut (Chen dan Chou, 2001).

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Menurut Ningrum (2016) teknik depurasi pada jenis kekerangan telah sejak lama dilakukan. Namun, perkembangan teknik ini untuk kebutuhan kerang konsumsi tidak banyak mengalami perkembangan. Hal ini dikarenakan budidaya kerang konsumsi oleh negara-negara maju masih dilakukan di dalam perairan yang memenuhi standar baku mutu air. Sehingga kebutuhan untuk melakukan depurasi kontaminan, khususnya logam berat pada kekerangan tidak menjadi hal yang dibutuhkan. Namun, tidak halnya dengan Indonesia, negara dengan masalah pencemaran lingkungan ini tetap memproduksi kerangan dari perairan tercemar. Mengingat besarnya produksi komoditas kerangan nasional, teknik depurasi untuk logam berat menjadi penting dilakukan agar produk kerangan dapat memenuhi standar keamanan pangan. Depurasi dapat dilakukan dengan berbagai macam alat pembersih. Salah satunya menggunakan alat pembersih dengan sistem sirkulasi ulang. Hal ini memerlukan sterilisasi air yang biasanya menggunakan sinar ultra violet dan air harus tetap jernih sehingga perlu dilengkapi dengan penyaringan (Keputusan Menteri Kelautan Dan Perikanan, 2004).

2.4 Filter

Filtrasi merupakan salah satu proses pengolahan air, yang merupakan proses penghilangan partikel halus yang lolos dari unit sedimentasi, dimana partikel tersebut akan tertahan pada media penyaring selama air melewati media tersebut. Filtrasi diperlukan untuk penyempurnaan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, bau, dan rasa, sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar kualitas air (Asmadi, dkk, 2011).

Menurut Spotte (1970) filter merupakan suatu alat yang digunakan untuk menyaring material tertentu yang tidak dikehendaki (amoniak, bahan padatan, residu organik dan bahan kimia lainnya) dan meloloskan material lain yang dikehendaki. Berdasarkan proses kerjanya, filter dibagi atas filter fisik, biologi dan kimiawi. Filter fisik adalah pemisahan partikel-partikel tersuspensi (berukuran >5 mikrometer) dari air dengan cara melewatkan air melalui suatu substrat yang tepat atau sekat yang mampu menangkap padatan dalam air sebelum air masuk wadah budidaya. Filter kimia berupa pembersihan molekul-molekul bahan organik terlarut melalui proses oksidasi atau penyerapan langsung. Filter biologi adalah suatu proses mineralisasi senyawa-senyawa nitrit organik, nitrifikasi dan denitrifikasi oleh bakteri-bakteri yang terdapat di air dan menempel pada batuan dasar alat saring.

2.4.1 Kegunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter Air

Menurut Siregar (2009) cangkang kerang mengandung 66,70 % CaCO_3 , 7,88 % SiO_2 , 22,28 % MgO , dan 1,25 % Al_2O_3 . Kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai penjernih air. Kalsium karbonat pada kerang mampu membersihkan air, bahkan dapat mengurangi kadar besi, mangan dan logam lainnya. Penambahan kalsium karbonat kerang 1% dapat menurunkan nilai kekeruhan air karena kulit kerang mengandung CaCO_3 yang merupakan material berpori yang dapat mengikat kotoran (Sari dkk, 2013).

III KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Kerangka Konseptual

Wilayah laut Indonesia membentang melebihi lima juta kilometer persegi atau hampir dua kali luas daratannya. Pada satu sisi, laut merupakan tempat hidup berbagai biota laut, pada sisi lain merupakan tempat terakhir pembuangan limbah. Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan, menyebabkan peningkatan jumlah dan jenis pencemar yang masuk ke lingkungan perairan laut, sehingga pada suatu saat akan dapat melampaui kesetimbangan air laut yang mengakibatkan sistem perairan laut tercemar (Haryoto dan Wibowo, 2004).

Menurut Mukono (2005), menyatakan pencemaran adalah suatu bahan yang ada di lingkungan dan merupakan hasil aktivitas manusia, yang mempunyai efek merugikan bagi organisme hidup. Limbah merupakan bahan pencemar yang menyebabkan kondisi lingkungan berubah dari bentuk asalnya. Pencemaran yang terdapat di limbah pabrik atau industri adalah logam berat. Pencemaran merupakan masalah penting yang harus diperhatikan, salah satu adalah pencemaran laut yang bersumber dari limbah pabrik atau industri di buang langsung ke perairan laut maupun melalui aliran sungai.

Menurut Moenir (2010) logam berat merupakan unsur logam yang berbahaya sehingga keberadaannya di lingkungan merupakan masalah besar karena dapat terakumulasi pada rantai makanan yang dapat masuk ke tubuh manusia. Keberadaan logam berat di alam sebagai akibat meningkatnya

penggunaan logam berat dan senyawa anorganik lainnya di industri. Logam berat menimbulkan efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam berat air raksa (Hg), kadmium (Cd) dan timbal (Pb) (Palar, 2008). Logam berat kadmium terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi racun bagi kehidupan perairan. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan seperti kerang umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh kerang.

Kerang merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder*, sehingga biota ini sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut (Yennie dan Murtini, 2005). Salah satu jenis kerang yang sering ditemukan di perairan Indonesia adalah kerang bulu (*Anadara antiquata*).

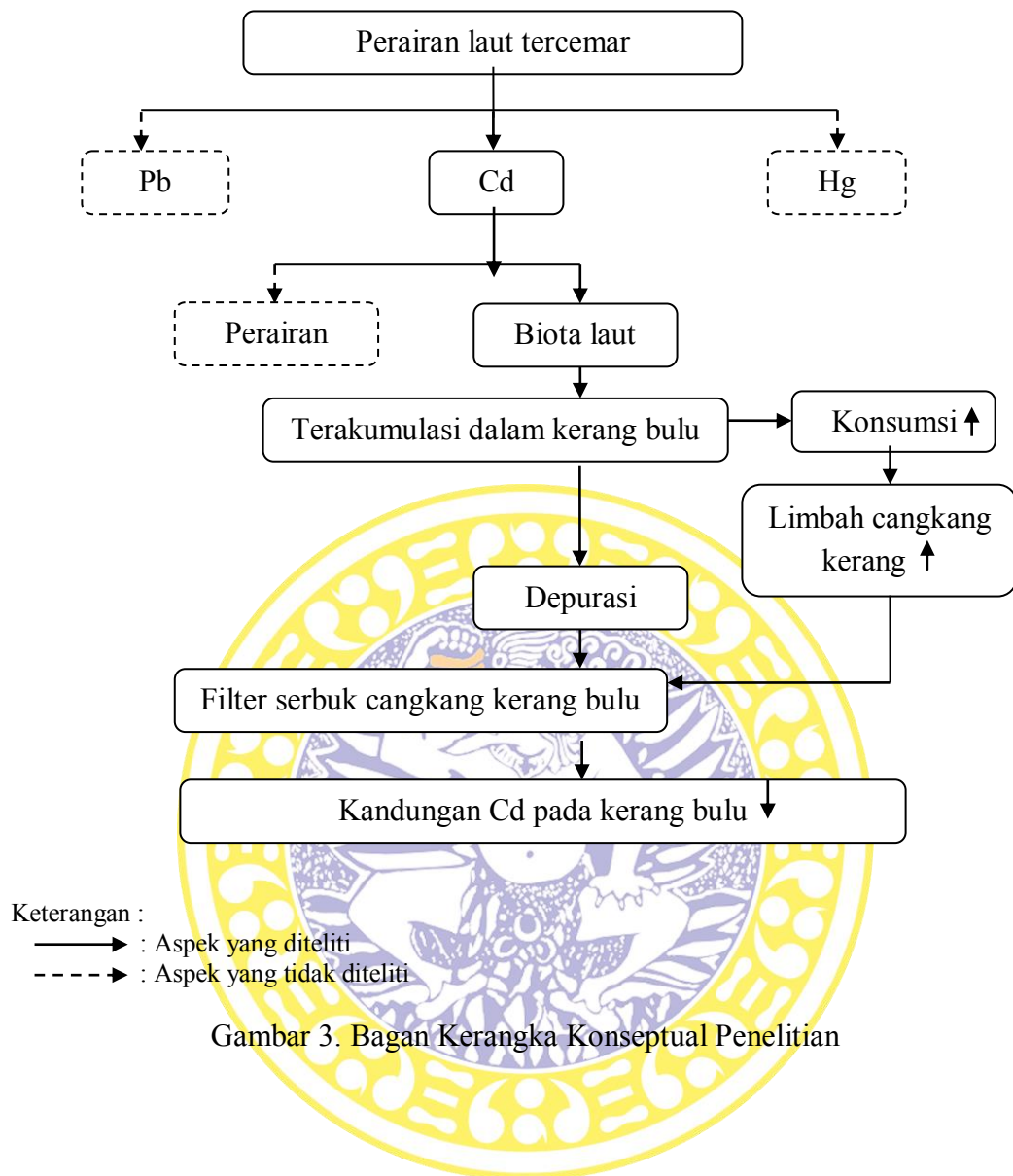
Kerang bulu memiliki beberapa kegunaan, salah satunya adalah diolah sebagai makanan, sehingga cangkang kerang bulu yang merupakan bahan sisa produksi makanan dapat menimbulkan limbah yang cukup banyak. Pemanfaatan cangkang kerang bulu masih sedikit seperti bahan baku souvenir. Padahal cangkang kerang mengandung 66,70 % kalsium karbonat (Siregar, 2009). Kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai filter.

Menurut Keputusan Menteri Perikanan dan Kelautan No.17 tahun 2004 kerang yang diambil dari perairan yang tercemar logam berat sebaiknya dilakukan proses pembersihan atau depurasi, tujuan proses depurasi ini adalah untuk

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

mengurangi resiko dari kontaminan bakteri dari beberapa logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Depurasi dapat dilakukan dengan berbagai macam alat pembersih. Salah satunya menggunakan alat pembersih dengan sistem sirkulasi ulang. Hal ini memerlukan sterilisasi air yang biasanya menggunakan sinar ultra violet dan air harus tetap jernih sehingga perlu dilengkapi dengan penyaringan. Penelitian ini menggunakan sistem reskulasi dengan cangkang kerang bulu sebagai filter untuk menurunkan kandungan kadmium pada kerang bulu.





Gambar 3. Bagan Kerangka Konseptual Penelitian

3.2 Hipotesis

H1 : Terdapat pengaruh penggunaan cangkang kerang bulu dengan persentase berbeda sebagai filter dalam proses depurasi terhadap penurunan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*).

H2 : Terdapat penurunan kandungan kadmium (Cd) pada daging kerang bulu (*Anadara antiquata*) dengan pemberian serbuk cangkang kerang sebagai filter dalam proses depurasi.



IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga pada bulan September sampai dengan bulan November 2016. Uji kandungan logam berat kadmium (Cd) menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Surabaya.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Alat Penelitian

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah lima buah bak ukuran 95cm x 70cm x 75cm, 20 rak dengan ukuran masing masing rak 42cm x 33cm x 14cm, pipa, lima buah UV, lima buah pompa air, lima buah tabung berukuran tinggi 45cm diameter 26cm, lima buah *flowmeter*, gelas ukur, jangka sorong, sponge filter, timbangan digital, termometer, pH pen, DO *test kit*, amoniak *test kit*, nitrit nitrat *test kit* dan refraktometer.

4.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kerang bulu yang diambil dipesisir Sedati sebanyak 50 kg ukuran 7-8 gram/ekor, serbuk cangkang kerang bulu, air laut 30 ppt dan klorin.

4.3 Metode Penelitian

4.3.1 Prosedur Kerja

A. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan yang dilakukan adalah melakukan pembersihan bak sebelum digunakan. Pembersihan bak dilakukan dengan menggunakan sabun cair dilanjutkan dengan klorin kemudian dibersihkan dengan air bersih. Peralatan yang sudah dicuci bersih direndam dengan larutan klorin 150 mg/l selama 12-24 jam dan dibilas dengan air tawar hingga bau klorin hilang (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Tujuan dari pembersihan akuarium adalah untuk menghilangkan kotoran dan bibit penyakit sehingga saat pemeliharaan kerang bulu dapat tumbuh dengan sehat.

Pengisian air dilakukan setelah proses pencucian bak. Bak yang sudah kering diisi air laut sebanyak 400 liter pada setiap bak. Setelah dilakukan pengisian air di dalam bak maka dilakukan pemasangan aerasi, UV, pompa air, *flowmeter* dan filter pada tiap bak.

Cangkang kerang bulu yang akan digunakan sebagai filter dicuci terlebih dahulu kemudian ditumbuk menjadi serbuk dengan ukuran 0,5-2 cm. Setelah itu serbuk cangkang kerang dimasukan kesetiap tabung sebagai tempat filter. Serbuk cangkang kerang yang digunakan sebanyak 15,3 kg untuk filter 100%, 11,5kg untuk filter 75%, 7,7kg untuk filter 50% dan 3,8kg untuk filter 25%.

Sampel kerang dibawah dari nelayan ketempat penelitian. Kerang diletakan dirak yang disusun empat dalam satu bak. Tiap rak berisi 2,5 kg kerang, total kerang uji yang digunakan 50 kg. Kemudian dilakukan perlakuan selama 48 jam dan pemeriksakan kualitas air tiap enam jam sekali.

B. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan untuk mengetahui pengaruh penggunaan filter cangkang kerang dalam proses depurasi terhadap penurunan kandungan kadmium pada kerang bulu. Rancangan percobaan yang dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu sumber keragaman yaitu presentase serbuk cangkang kerang. Penelitian ini menggunakan lima macam perlakuan dengan empat kali ulangan pada setiap perlakuan. Untuk menentukan banyaknya ulangan pada setiap perlakuan, maka digunakan rumus berikut :

Keterangan :

t = banyaknya perlakuan yang dicoba

n = banyaknya ulangan atau kelompok

Dosis serbuk cangkang kerang pada filter masing-masing tiap perlakuan adalah 0% (kontrol), 25%, 50%, 75% dan 100%. Denah perlakuan percobaan dapat dilihat pada Gambar 4. Penelitian ini menggunakan lima macam perlakuan antara lain :

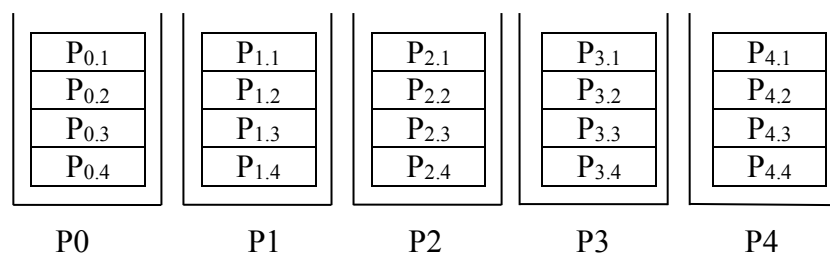
P₀ : Depurasi tanpa filter

P₁ : Depurasi dengan filter serbuk cangkang kerang bulu 25%

P₂ : Depurasi dengan filter serbuk cangkang kerang bulu 50%

P₃ : Depurasi dengan filter serbuk cangkang kerang bulu 75%

P₄ : Depurasi dengan filter serbuk cangkang kerang bulu 100%



Gambar 4. Denah Perlakuan

C. Pemeliharaan Kerang Bulu

Kerang bulu yang digunakan adalah kerang bulu yang berasal dari perairan Sedati dengan berat sekitar 7-8 gram/ekor. Kerang bulu yang akan dimasukkan ke dalam bak sebelumnya diaklimatisasi dahulu untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan perairannya yang baru. Pengamatan kualitas air meliputi pemeriksaan suhu, DO, nitrat, nitrit, amoniak dan salinitas yang dilakukan setiap 6 jam sekali. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan alat termometer untuk mengetahui perubahan suhu, sedangkan pengukuran salinitas dilakukan dengan alat refraktometer. Pemeriksaan pH dilakukan dengan menggunakan pH pen untuk mengetahui kadar pH air, amonia *test kit* untuk amonia, nitrat nitrit *tes kit* untuk nitrat nitrit dan DO menggunakan DO *test kit*.

4.3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan yaitu variabel terikat, variabel bebas, variabel kendali dan variabel pendukung.

1. Variabel terikat yang diteliti yaitu kandungan kadmium pada kerang bulu.
2. Variabel bebas yang diteliti yaitu cangkang kerang 25%, 50%, 75%, 100%.
3. Variabel kendali yang diteliti yaitu jenis kerang dan ukuran kerang.

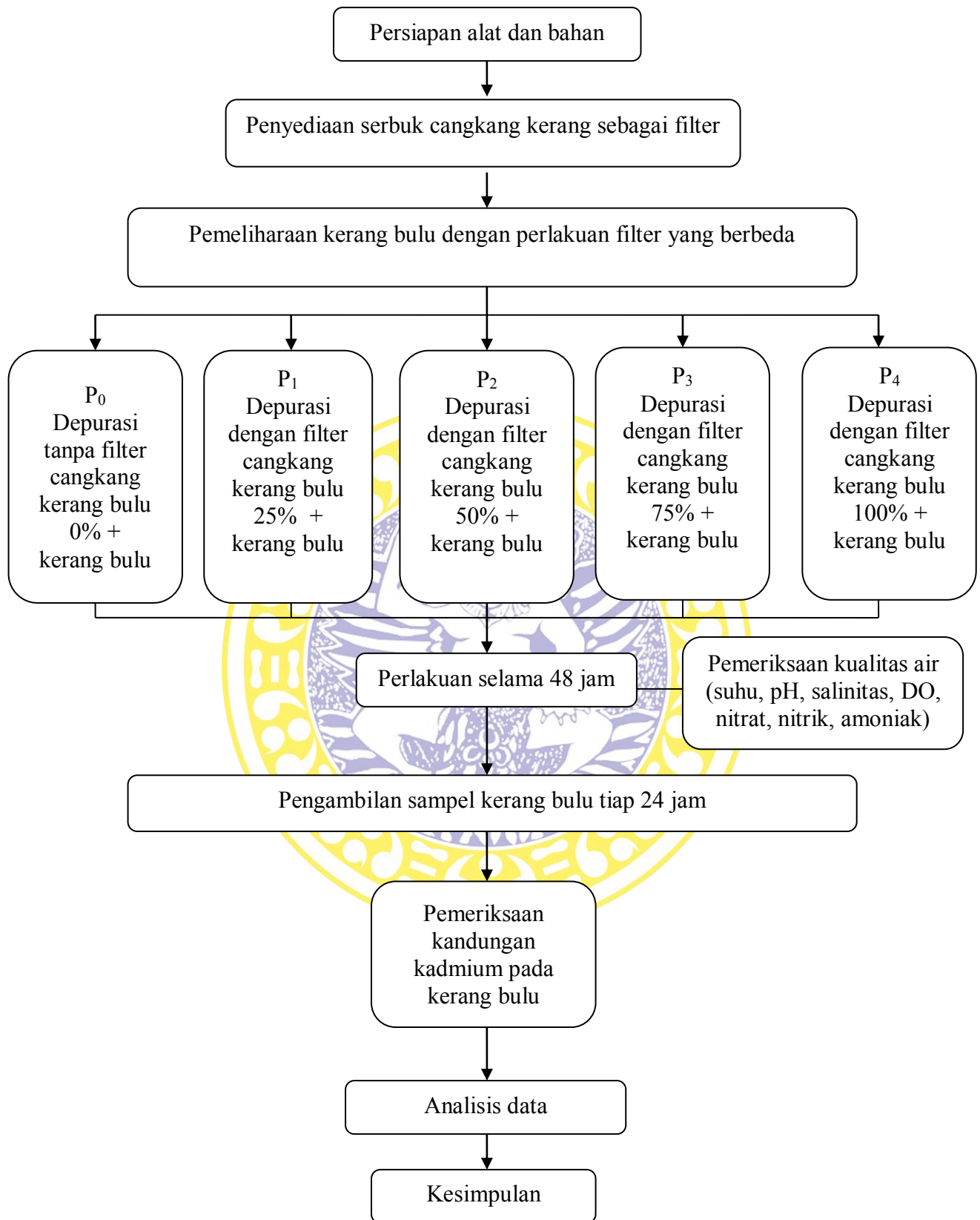
4. Variabel pendukung yang diteliti yaitu kualitas air pemeliharaan baik suhu, pH, salinitas dan DO.

4.3.3 Uji AAS Kandungan Logam Berat

Analisis kandungan kadmium pada kerang bulu dilakukan sebelum dan setelah perlakuan dengan menggunakan uji AAS di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Surabaya. Sampel kerang diambil sebanyak 3 gram setiap perlakuan. Prinsip kerja AAS adalah banyaknya energi yang diserap proposional terhadap konsentrasi logam berat pada sampel (APHA, 2005). Pengujian logam berat menggunakan AAS dengan prinsip Hukum Lambert-beert yaitu banyaknya sinar yang diserap berbanding lurus dengan kadar zat (Erlangga, 2007). Kondisi optimum analisis unsur kadmium pada alat AAS diperoleh dengan mengukur serapan pada panjang gelombang 283,3 nm.

4.4 Analisis Data

Data hasil penelitian diolah dengan menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA) dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila hasil yang didapat menunjukkan adanya pengaruh yang nyata atau signifikan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) (Kusriningrum, 2012). Data diolah menggunakan SPSS versi 16.00.



Gambar 5. Bagan Diagram Alir Penelitian

V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

5.1.1 Morfometrik Kerang Bulu

Dalam penelitian ini kerang yang digunakan adalah kerang bulu yang berasal dari perairan Sedati Kabupaten Sidoarjo. Hasil rerata pengukuran morfometrik kerang bulu disajikan pada Tabel 1, sedangkan hasil pengukuran morfometrik kerang bulu dapat dilihat dilampiran 1.

Tabel 1 Morfometrik Kerang Bulu

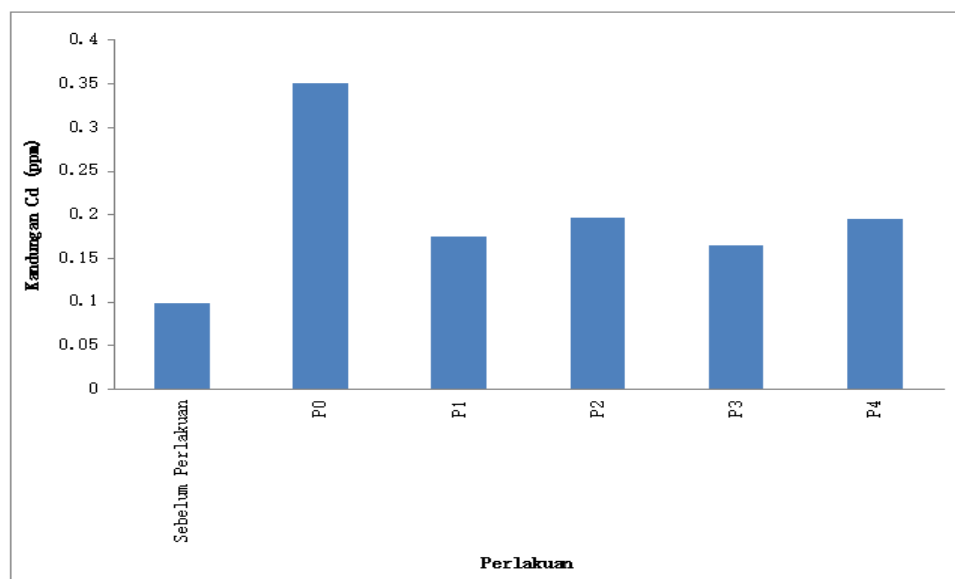
Parameter	Nilai rata rata
Panjang (cm)	3,453
Lebar (cm)	2,439
Tinggi (cm)	1,625
Berat (gram)	7,758

Keterangan: Data dari 600 gram sampel kerang bulu

Kerang bulu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki panjang rata-rata 3,453 cm; lebar rata-rata 2,439 cm; tinggi rata-rata 1,625 cm dan berat rata-rata 7,758 gram. Dalam penelitian ini menggunakan kerang sejumlah 312 ekor/rak.

5.1.2 Kandungan Cd

Hasil uji kandungan logam berat Cd pada air yang akan digunakan untuk perlakuan adalah 0,098 ppm. Pengujian kandungan Cd pada perairan dimaksudkan untuk mengetahui ada kandungan bahan pencemar logam berat Cd di air. Data dan grafik sebelum dan setelah perlakuan disajikan pada gambar 6. data lengkap sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat di Lampiran 2.



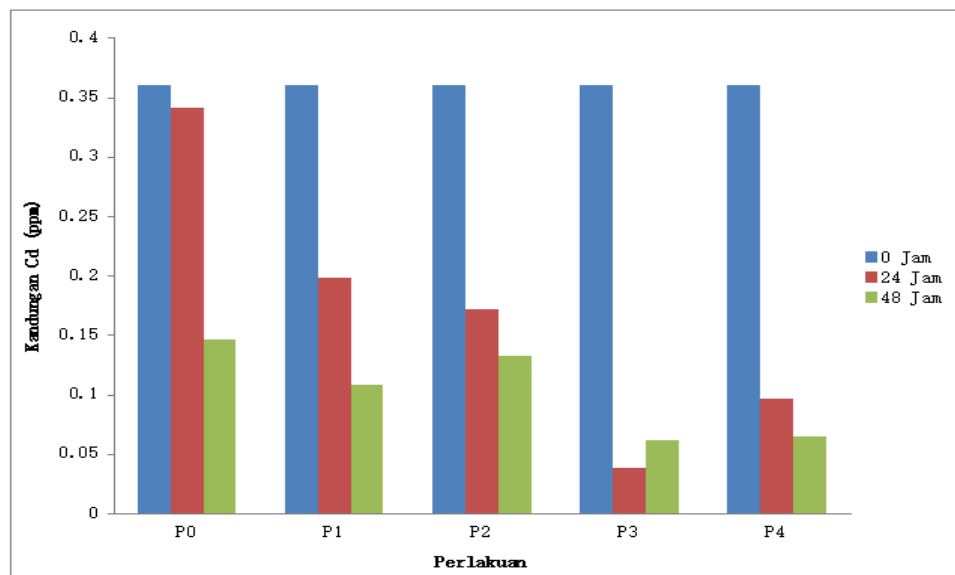
Gambar 6 Grafik Kandungan Cd Di Air Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Keterangan: P0: Tanpa Menggunakan Filter Cangkang Kerang Bulu
 P1: Menggunakan Filter Cangkang Kerang Bulu 25%
 P2: Menggunakan Filter Cangkang Kerang Bulu 50%
 P3: Menggunakan Filter Cangkang Kerang Bulu 75%
 P4: Menggunakan Filter Cangkang Kerang Bulu 100%

Hasil analisis pada grafik diatas menunjukkan bahwa kandungan Cd pada air mengalami kenaikan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kandungan Cd pada air setelah perlakuan lebih tinggi. Kandungan Cd di air sebelum perlakuan adalah 0,098 ppm lebih rendah dari P0 yaitu 0,350 ppm, P1 yaitu 0,174 ppm, P2 yaitu 0,196 ppm, P3 yaitu 0,165 ppm dan P4 yaitu 0,194 ppm. Hal ini menunjukkan kandungan Cd air tertinggi adalah P0 sebagai kontrol.

Hasil uji kandungan logam berat Cd pada daging kerang darah setelah uji analisis AAS yang akan digunakan untuk perlakuan memiliki kandungan Cd rata-rata 0,3598 ppm. Pengujian kandungan Cd pada daging kerang bulu diawal sebelum perlakuan dimaksudkan untuk membandingkan perubahan kandungan Cd setelah dilakukan perlakuan. Data dan grafik sebelum dan setelah perlakuan

disajikan pada gambar 7. data lengkap sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat di Lampiran 2.



Gambar 7 Grafik Kandungan Cd Di Daging Kerang Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Hasil analisis pada grafik diatas menunjukan kandungan Cd pada daging kerang bulu mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan. Dari grafik diatas dapat dilihat kandungan Cd perlakuan P3 setelah 24 jam paling rendah yaitu 0,038 ppm dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

5.1.3 Persentase Kandungan Cd

Menurut Prihatini dan Mulyati (2013) persentase penurunan logam berat Cd adalah selisih konsentrasi logam berat sesudah dan sebelum depurasi dibagi konsentrasi sebelumnya dan dikalikan 100%. Data hasil uji kandungan Cd sebelum dan sesudah perlakuan kemudian dihitung untuk menentukan persentase kenaikan atau penurunan kandungan Cd dengan rumus sebagai berikut:

Persentase penurunan kandungan Cd =

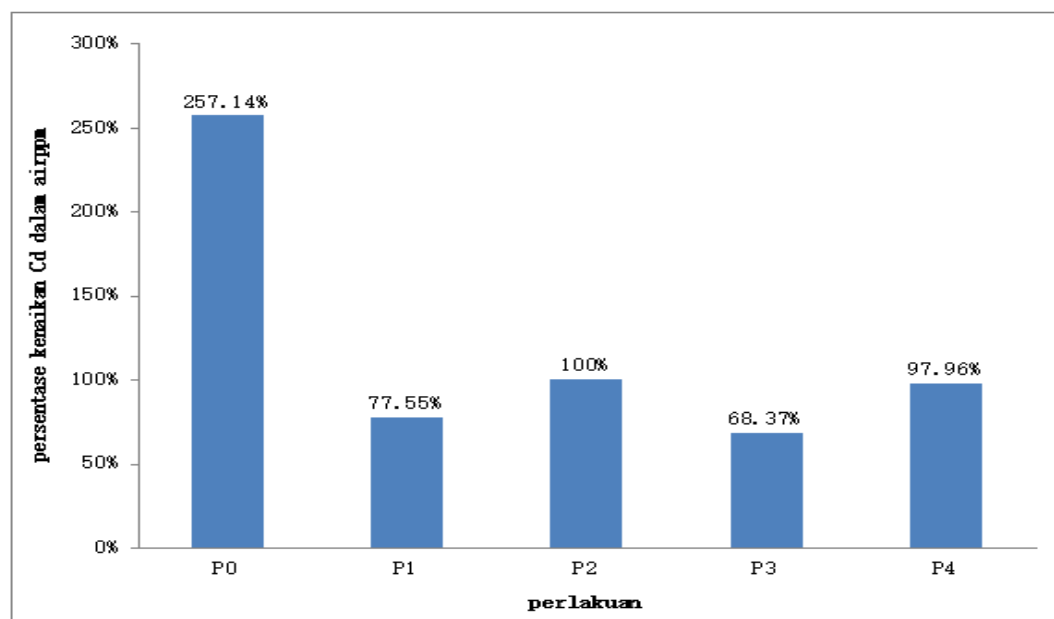
Persentase kenaikan kandungan Cd =

Keterangan :

Cawal : konsentrasi logam berat percobaan (ppm)

Cakhir : konsentrasi logam berat percobaan (ppm)

Data persentase dan diagram rata-rata analisis kenaikan kandungan Cd pada air setelah perlakuan 48 jam dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Persentase Kenaikan Kandungan Cd Pada Air

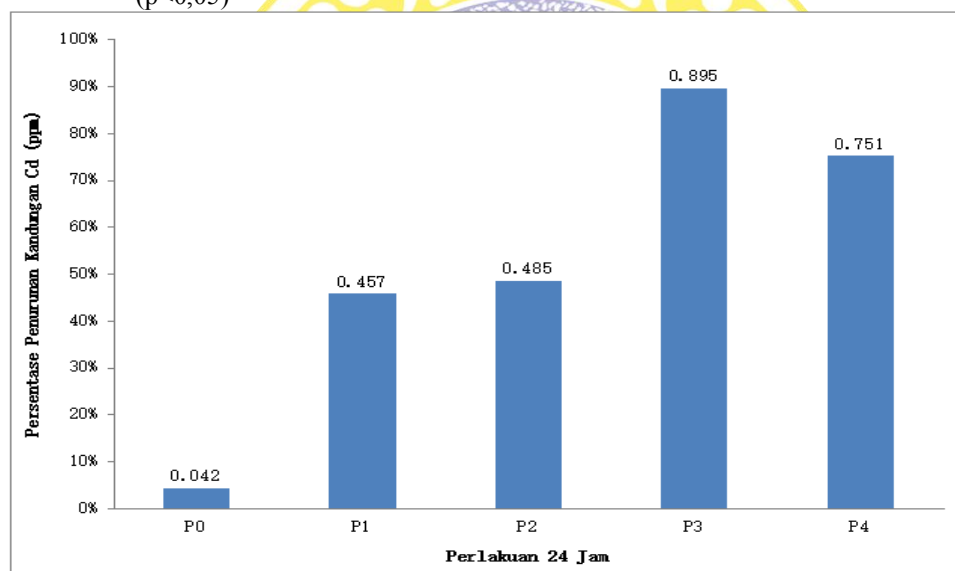
Hasil persentase kenaikan logam Cd pada air setelah dilakukan perlakuan selama 48 jam menunjukkan bahwa, hasil setiap perlakuan tidak berbeda nyata. Persentase kenaikan terendah P3 (68,37%) dan kenaikan tertinggi terdapat pada perlakuan P0 (257,14%).

Data persentase dan diagram rata-rata analisis penurunan kandungan Cd pada daging kerang setelah perlakuan 48 jam dapat dilihat pada Tabel 2 dan gambar 9.

Tabel 2. Rata Rata Persentase Penurunan Kandungan Cd Pada Daging Kerang

Perlakuan	Kandungan Cd \pm SD
P0 (Kontrol)	4,2% ^a \pm 15,97
P1 (Cangkang Kerang 25%)	45,7% ^b \pm 16,06
P2 (Cangkang Kerang 50%)	48,5% ^{bc} \pm 8,28
P3 (Cangkang Kerang 75%)	89,5% ^d \pm 2,92
P4 (Cangkang Kerang 100%)	75,1% ^{cd} \pm 11,6

Keterangan: *Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)



Gambar 9. Grafik Persentase Penurunan Kandungan Cd Pada Daging Kerang

Hasil uji statistika (lampiran 3) persentase penurunan logam Cd pada daging kerang setelah dilakukan perlakuan selama 24 jam menunjukkan bahwa, pemberian filter cangkang kerang yang berbeda nyata antar perlakuan. Persentase penurunan kandungan Cd pada daging kerang tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (89,5%) dan penurunan terendah pada perlakuan P0 (4,2%). Perlakuan P1 (45,7%) dan P2 (48,5%) pada 24 jam tidak berbeda nyata.

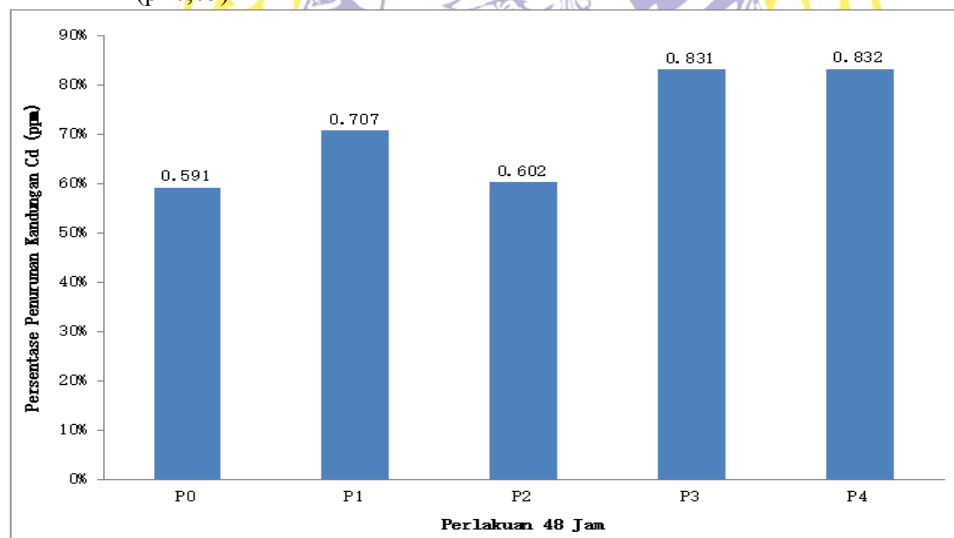
ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Data persentase dan diagram rata-rata analisis penurunan kandungan Cd pada daging kerang setelah perlakuan 48 jam dapat dilihat pada Tabel 3 dan gambar 10.

Tabel 3. Rata Rata Persentase Penurunan Kandungan Cd Pada Daging Kerang

Perlakuan	Kandungan Cd \pm SD
P0 (Kontrol)	59,1% ^a \pm 1,7
P1 (Cangkang Kerang 25%)	70,7% ^{ab} \pm 3,68
P2 (Cangkang Kerang 50%)	60,2% ^b \pm 1,86
P3 (Cangkang Kerang 75%)	83,1% ^b \pm 14,35
P4 (Cangkang Kerang 100%)	83,2% ^b \pm 5,14

Keterangan: *Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)



Gambar 10. Grafik Persentase Penurunan Kandungan Cd Pada Daging Kerang

Hasil uji statistika (lampiran 3) persentase penurunan logam Cd pada daging kerang setelah dilakukan perlakuan selama 48 jam menunjukkan bahwa, pemberian filter cangkang kerang yang berbeda nyata antar perlakuan. Persentase penurunan kandungan Cd pada daging kerang tertinggi terdapat pada perlakuan

P3 (89,5%) dan penurunan terendah pada perlakuan P0 (59,1%). Perlakuan P1 (70,7%) tidak berbeda nyata dengan P0 (59,1%), P2 (48,5%), P3 (89,5%) dan P4 (83,2%).

5.1.4 Hasil Analisis Mortalitas Kerang Bulu

Persentase jumlah kematian atau mortalitas selama 48 jam dihitung tiap 24 jam sekali. Nilai mortalitas merupakan persentase jumlah kerang yang mati dibagi jumlah kerang pada awal seperti pada rumus :

Keterangan :

Mo : mortalitas

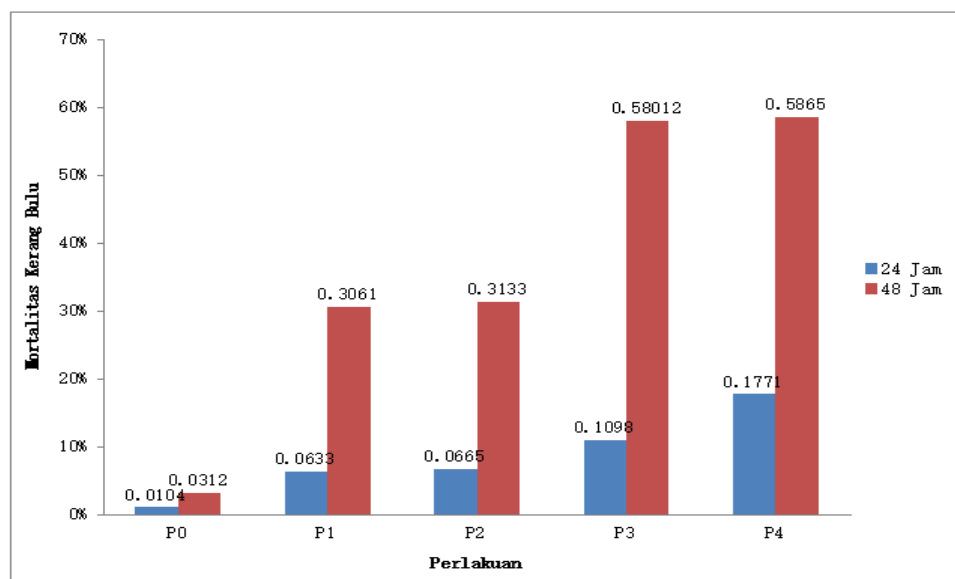
Mt : jumlah kerang yang mati

N0 : populasi kerang awal

Tabel 4. Mortalitas

Perlakuan	Mortalitas \pm SD 24 Jam	Mortalitas \pm SD 48 Jam
P0 (Kontrol)	1,04% ^c \pm 0,6	3,12% ^c \pm 1,89
P1	6,33% ^b \pm 3,82	30,61% ^b \pm 5,16
P2	6,65% ^b \pm 5,35	31,33% ^b \pm 12,44
P3	10,98% ^b \pm 1,01	58,01% ^a \pm 0,84
P4	17,71% ^a \pm 5,04	58,65% ^a \pm 3,06

Keterangan: *Superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)



Gambar 11. Grafik Mortalitas

Berdasarkan hasil analisis varian (ANOVA) dan uji lanjut Duncan (lampiran 3) menunjukkan bahwa mortalitas tertinggi pada perlakuan 48 jam P4 (58,65%) tidak berbeda nyata dengan perlakuan 48 jam P3 (58,01%). Sedangkan mortalitas terendah pada perlakuan 24 jam P0 (1,04%).

5.1.5 Kualitas Air

Kualitas air pendukung selama masa depurasi diukur setiap 6 jam sekali yaitu pada pukul 18.00, 24.00, 06.00 dan 12.00. Kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, DO, salinitas, amoniak, nitrat dan nitrit. Pengukuran kualitas air bertujuan untuk menjaga kondisi air bagi kerang bulu selama perlakuan. Data penghitungan rata-rata kualitas air disajikan tabel 5. berikut :

Tabel 5. Nilai rata-rata parameter kualitas air

Parameter	Perlakuan 24 Jam					Perlakuan 48 Jam				
	P0	P1	P2	P3	P4	P0	P1	P2	P3	P4
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	30,5	30,3	29,9	29,6	30,4	30,7	30,4	29,9	29,7	30,2
pH	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,7	7,6	7,5	7,3	7,2
DO (mg/L)	4	4,4	4	4	4	4	4	4	4	4
Salinitas (ppt)	29	29,8	28,6	28,3	29,4	29,4	29,2	29,2	29	29
Amoniak (ppm)	0,06	0,05	0,05	0,03	0,03	0,09	0,08	0,05	0,03	0,03
Nitrat (ppm)	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0
Nitrit (ppm)	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0

Pengukuran suhu pada media pemeliharaan kerang bulu pada proses depurasi selama 48 jam berkisar $29,6^{\circ}\text{C}$ - $30,7^{\circ}\text{C}$. Nilai pH terendah pada perlakuan P4 (7,2) 48 jam dan tertinggi P0 (7,7) 48 jam. Hasil pengukuran DO dengan menggunakan DO meter menunjukkan DO tidak mengalami perbedaan yaitu kisaran 4 mg/L. Salinitas pada proses depurasi berkisar 28,3-29,8 ppt. Nilai amoniak tertinggi pada P0 (0,09) 48 jam. Hasil nitrat dan nitrit hampir sama 0 ppm kecuali pada perlakuan P0 selama 48 jam nilai nitrit 0,1 ppm dan P2 0,1 ppm sedangkan P0 selama 48 jam nilai nitrat 0,02 ppm.

5.2 Pembahasan

Menurut Yennie dan Murtini (2005) kerang merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder*, sehingga biota ini sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut. Logam berat kadmium terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi racun bagi kehidupan perairan. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan seperti kerang umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh kerang (Yennie dan Murtini, 2005). Menurut Darmono (2008) mengemukakan bahwa terjadinya proses akumulasi logam berat di dalam tubuh hewan air terjadi karena kecepatan pengambilan logam berat oleh organisme air lebih cepat dibandingkan dengan proses pelepasan.

Berdasarkan hasil penelitian di dapatkan data awal berupa sampel daging kerang bulu *Anadara antiquata* sebelum didepurasi, hasilnya terdapat kandungan Cd rata-rata sebanyak 0,3598 ppm. Data lainnya yang didapat sebelum penelitian yaitu data air yang di sampling dari bak percobaan adalah 0,098 ppm. Data air setelah perlakuan juga menjadi data penunjang, pada perlakuan P0 sebanyak 0,350 ppm, P1 sebanyak 0,174 ppm, P2 sebanyak 0,196 ppm, P3 sebanyak 0,165 ppm dan P4 sebanyak 0,194 ppm. Menurut Seymore (1995) dalam Ahmed dan Bibi (2010) Cd dimetabolisme melalui jalur metabolik Ca^{2+} . Oleh karena itu Cd terakumulasi dalam Kerangka. Namun, Cd juga dikenal terakumulasi secara biologis dalam jaringan lainnya termasuk insang, hati, ginjal dan mantel. Saat

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

mantel yang terakumulasi logam berat terkena arus air kandungan logam berat Cd akan ikut dalam air.

Untuk mengurangi kandungan logam Cd pada kerang bulu *Anadara antiquata* sehingga sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 : 2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan, kandungan logam berat Cd dari kelompok kerang adalah 1,0 mg/kg dan pada air 0,005 mg/liter dilakukan proses depurasi sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: KEP.17/MEN/2004 tentang Sistem Sanitasi Kekerangan di Indonesia. Depurasi dilakukan dengan menggunakan perbedaan persentase serbuk cangkang kerang dilakukan selama 48 jam sesuai dengan Peranginangin *et al.* (1984) dalam Murdinah (2009) air laut disterilkan oleh unit sterilisasi, kemudian dimasukkan kembali ke dalam bak-bak tempat kerang berada. Sirkulasi air laut berjalan terus selama depurasi berlangsung sekitar 48 jam.

Proses filter makanan pada kerang berlangsung pada saat kerang membuka cangkang. Sementara dalam kondisi terancam, kerang akan menutup cangkangnya. Proses penyerapan polutan oleh kekerangan dilakukan bersamaan dengan berlangsungnya proses makan. Struktur otot adduktor digunakan oleh jenis kekerangan untuk merespon buka tutup cangkang selama proses filter makanan ini berlangsung (Tremblay *et al.* 2012). Sementara itu, ligamen yang merupakan alat pelekut kedua cangkang akan merespon buka tutup cangkang berdasarkan kondisi tekanan untuk membuka dan tekanan untuk relaksasi (Tremblay *et al.* 2015). Mekanisme memakan ini menjadi penting diperhatikan di

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

dalam proses perlakuan depurasi pada kekerangan. Mekanisme ini menjadi salah satu syarat berfungsinya metabolisme kekerangan untuk menerima perlakuan depurasi.

Dari percobaan didapatkan hasil perlakuan penurunan kandungan Cd pada daging kerang bulu *Anadara antiquata* tertinggi adalah P3 (89,5%) perlakuan selama 24 jam dan terendah pada P0 (4,2%) perlakuan selama 24 jam. Logam memiliki karakter bereaksi sebagai akseptor pasangan elektron (asam lewis) dan donor pasangan elektron (basa lewis) untuk membentuk beragam gugus kimia seperti suatu pasangan ion, kompleks logam, senyawa koordinasi dan kompleks donor-akseptor (Connel dan Miller 2006). Secara alamiah, laju pertukaran ion logam dengan lingkungannya sangat mudah terutama ion logam yang berikatan metalloprotein karena ikatan logam ini sangat labil (Wahyuni & Widiyanti, 2004). Sehingga CO_3^{2-} berikatan Cd^{2+} yang memiliki nilai elektron lebih tinggi dari pada Ca^{2+} , rumusan ikatan kimia seperti berikut:



Kualitas air media depurasi sangat menentukan mortalitas kerang bulu. Pada tabel 5.7 disajikan nilai parameter kualitas air selama depurasi. Hasil pengukuran suhu selama proses depurasi berkisar antara $28,3^{\circ}\text{C}$ - $29,4^{\circ}\text{C}$. Kisaran suhu tersebut merupakan kondisi normal bagi kehidupan bivalvia. Hal ini sesuai dengan pernyataan Parenrengi et al. (1998) dalam Prasojo (2012) yang menjelaskan bahwa suhu yang sesuai untuk bivalvia berkisar antara 28°C - 31°C . Selanjutnya menurut Kastoro (1988) menyatakan bahwa kisaran suhu normal bagi

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

kerangkerangan dapat hidup di daerah tropis yaitu dengan fluktuasi tidak lebih dari 5°C.

Kisaran nilai rata-rata pH pada perlakuan depurasi adalah 7,2-7,7. Menurut Prasajo (2012) kisaran pH yang baik untuk *Anadara* adalah 7-8. Yona (2002) juga menyatakan bahwa pH yang kurang dari 5 dan lebih besar dari 9 menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi perkembangan moluska.

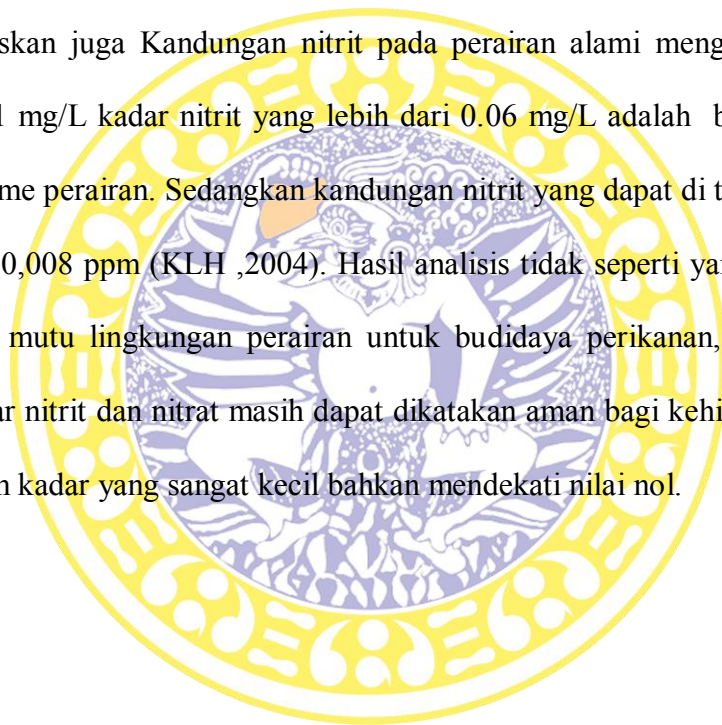
Menurut Eshmat dkk (2014) Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen / DO*) merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air. Nilai DO yang biasanya di ukur dalam bentuk konsentrasi ini menunjukkan jumlah oksigen yang tersedia dalam badan air. Semakin besar nilai DO pada air, mengindikasi air tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar. Nilai kisaran DO pada percobaan adalah 4 ppm. Menurut Prasajo (2012) DO yang baik untuk *Anadara* adalah antara >5 ppm. Wirosarjono (1974) menyatakan perairan dikatakan terjadi pencemaran sedang jika DO 0-5 ppm dan pencemaran tinggi 0 ppm. DO dalam perlakuan hanya 4 ppm indikasi terjadinya pencemaran karena dalam air perlakuan mengandung Cd rata-rata 0,22 ppm. Sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 : 2009 tentang Batas Maksimum Cemarkan Logam Berat dalam Pangan, kandungan logam berat Cd dari air 0,005 mg/liter.

Senyawa nitrogen dalam perairan terdapat dalam tiga bentuk yaitu amonia, nitrit dan nitrat. Senyawa nitrogen tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen bebas dalam air. Pada saat oksigen rendah, nitrogen bergerak menuju nitrit, sedangkan pada saat kadar oksigen tinggi nitrogen bergerak menuju

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

nitrat. Dengan demikian, nitrat merupakan akhir dari oksidasi nitrogen dalam air (Hutagalung dan Rozak, 1997). Kadar ammonia yang diperbolehkan berdasarkan KLH (2004) dalam kadar baku mutu air laut untuk biota laut adalah 0,3 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan amoniak kisaran 0,09-0,03 ppm.

Nitrit merupakan salah satu bentuk nitrogen hasil dari proses nitrifikasi nitrogen oleh mikroba pengurai. Menurut Retob dan Dangeubun (2008) diketahui bahwa kadar nitrit yang diperbolehkan untuk budidaya perikanan adalah nol atau nihil. Dijelaskan juga Kandungan nitrit pada perairan alami mengandung nitrit sekitar 0.001 mg/L kadar nitrit yang lebih dari 0.06 mg/L adalah bersifat toksik bagi organisme perairan. Sedangkan kandungan nitrit yang dapat di toleransi biota laut sebesar 0,008 ppm (KLH ,2004). Hasil analisis tidak seperti yang ditentukan dalam baku mutu lingkungan perairan untuk budidaya perikanan, namun hasil analisis kadar nitrit dan nitrat masih dapat dikatakan aman bagi kehidupan karena berada dalam kadar yang sangat kecil bahkan mendekati nilai nol.



VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai potensi penggunaan cangkang kerang sebagai filter dalam proses depurasi terhadap kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan cangkang kerang sebagai filter dalam proses depurasi berpengaruh terhadap kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu.
2. Penggunaan cangkang kerang sebagai filter dalam proses depurasi berpengaruh terhadap penurunan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu. Sebelum dilakukan depurasi dengan menggunakan serbuk cangkang kerang kandungan Cd pada kerang bulu adalah 0,3598 ppm menjadi 0,038 ppm pada perlakuan P3 (89,5%) selama 24 jam yang tidak berbeda nyata dengan P4 (75,1%) selama 24 jam. Namun mortalitas di P3 selama 24 jam besar yaitu 10,98%, maka hasil yang optimal untuk menurunkan Cd pada daging kerang bulu adalah P2 (serbuk cangkang 50%) selama 24 jam dapat menurunkan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu sebesar 48,5% dan memiliki nilai mortalitas rendah 6,65% untuk menurunkan Cd sesuai dengan SNI.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar menggunakan air yang tidak tercemar logam berat untuk proses depurasi. Sehingga perlu dilakukan uji kandungan logam berat terlebih dahulu pada air sebagai media untuk depurasi. Diharapkan hasil depurasi bisa maksimal jika air tidak tercemar.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M.S. dan S. Bibi. 2010. Uptake and Bioaccumulation of Water Borne Lead (Pb) in the Fingerlings of a Freshwater Cyprinid, *Catla catla* L. The Journal of Animal and Plant Sciences 20(3): 201-207.
- Akbar, A.W., A. Daud dan A. Mallongi. 2014. Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Sedimen Air Laut Di Wilayah Pesisir Kota Makassar. Bagian Kesehatan Lingkungan. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Alami Dalam Penjernihan Air Sumur Di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Almeida, J.R.M., K. Karhumaa., O. Bengtsson and M. Gorwa-Grauslund. 2009. Screening of *Saccharomyces cerevisiae* strains with respect to anaerobic growth in non-detoxified lignocellulose hydrolysate. Department of Applied Microbiology. Lund University, 100(14) :3674-3677.
- APHA (American Public Health Association). 2005. Standard Method for The Examination of Water and Wastewater ed. 21th. Eaton AD, Franson MAH, editor. American Public Health Association.
- Asmadi, Khayan, dan Heru, S.K. 2011. Teknologi Pengolahan Air Minum. Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Broom, M.J. 1985. The Biology and Culture of marine Bivalve Molluscs of The Genus *Anadara*. ICLARM. Manila, Philipines :37 p.
- Cappenberg, H. A. W. 2006. Pengamatan Komunitas Moluska di Perairan Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur. Jurnal Oseonologi dan Limnologi di Indonesia No. 39.
- Chen, Dr., Klassen, C.D. 2009. Cadmium Toxicity. Environmental Health Perspective Dec. 2009.
- Chen, C.Y. and H.N. Chou. 2001. Accumulation and Depuration of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins by Purple Clam *Hiatula rostrata* Light Tooth. Toxicon, 39(7): 1029-1034.
- Cornell, D.W. dan Miller G.J. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. UI Press. Jakarta.
- Darmono. 2008. Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI-Press.

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

- Erlangga. 2007. Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar Di Provinsi Riau Terhadap Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Eshmat, M. E., G. Mahasri dan B.S. Rahardja. 2014. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna Viridis* L.) Di Perairan Ngembah Kabupaten Gresik Jawa Timur. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan 6(1): 106.
- Gabr, H.R. and A. Gab-Alla. 2008. Effect of transplationon heavy metal concentrations in commercial clams of Lake Timsah, Suez Canal, Egypt. Marine Sciences Department. Faculty of Science. Suez Canal University. Oceanologia, 50(1): 83–93.
- Haryoto dan A. Wibowo. 2004. Kinetika Bioakumulasi Logam Berat Kadmium Oleh Fitoplankton *Chlorella* sp Lingkungan Perairan Laut. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi, 5 (2): 89-103.
- Herman, D.Z. 2006. Tinjauan terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam. Jurnal Geologi Indonesia, 1(1) : 31-36.
- Hutagalung, H.P. dan A. Rozak. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. Hal: 87-100.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty (1995), Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton. Pakan Alam untuk pembenihan organism laut, Kanisius, Yogyakarta
- Istarani, F. dan E.S. Pandebesie. 2014. Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Jurnal Teknik Pomits, 3(1): 2337-3539.
- Kastoro, WW, Sudjoko B. 1988. Pengamatan Beberapa Aspek Kerang Bulu (*Anadara antiquata*), Perairan Muara Sungai Kamal, Teluk Jakarta. Dalam Teluk Jakarta, Biologi, Budidaya, Oseanografi, Geologi dan Kondisi Perairan. LIPI. Jakarta. 30-37 hal
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: KEP/17/MEN/2004. Tentang Sistem Sanitasi Keperikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

- KLH, 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. Jakarta, hal. 32.
- Kusriningrum, R. S. 2012. Perancangan Percobaan. Airlangga University Press. Surabaya.
- Moenir, M. 2010. Kajian Fitoremediasi Sebagai Alternatif Pemulihan Tanah Tercemar Logam Berat. Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI). Semarang. Jurnal Riset, 1(2): 115-123.
- Mukono, H.J. 2005. Toksikologi Lingkungan. Surabaya: Airlangga University Press.
- Murdinah. 2009. Penanganan dan Diversifikasi Produk Olahan Kerang Hijau. Squalen Vol. 4 No. 2.
- Mzighani .S. 2005. Fecundity and Population Structure of Cockles, *Anadara antiquata* L. 1758 (Bivalvia: Arcidae) from a Sandy/Muddy Beach near Dar es Salaam, Tanzania. Tanzania Fisheries Research Institute (TAFIRI). Western Indian Ocean J. Mar. Sci, 4(1) :77–84.
- Ningrum, E.W. 2016. Efektivitas Depurasi Merkuri Pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) Dan Kerang Darah (*Anadara granosa* L.) Dari Teluk Jakarta Dengan Penggunaan Ozon, Kitosan Dan Teknik Hidrodinamik. Departemen Biologi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurdin J., N. Marusin., Izmiarti., A. Asmara., R. Deswandi dan J. Marzuki. 2006. Kepadatan Populasi dan Pertumbuhan Kerang Darah *Anadara antiquata* L. (Bivalvia: Arcidae) Di Teluk Sungai Pisang, Kota Padang, Sumatera Barat. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Andalas. Padang. MAKARA, Sains, 10(2): 96-101.
- OBIS Indo-Pacific Molluscan Database. 2006. Data as of *Anadara antiquata* (Linnaeus, 1758), [http:// data. acnatsci.org/obis/search.php/19112](http://data.acnatsci.org/obis/search.php/19112), 2016.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rieneka Cipta. Jakarta.
- Prasojo, S.A. 2012. Distribusi dan Kelas Ukuran Panjang Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Pesisir Kecamatan Genuk, Kota Semarang. Journal Of Marine Research. 1 (1) : 152-160.
- Prihatini, W. dan A.H. Mulyati. 2013. Depurasi Merkuri dengan Ozonisasi pada *Anadara antiquata* dalam Upaya Keamanan Bahan Pangan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan. Bogor

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

- Purwaningsih, F.D., T.R. Saraswati dan T.R. Soeprbowati. 2015. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, dan Cr pada Air dan Sedimen di Perairan Pesisir Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Program Studi Magister Biologi. Universitas Diponegoro. Semarang. Seminar Nasional Biologi II.
- Retob, M. Dan J.L. Dangeubun. 2008. Kajian Parameter Kimia Kualitas Perairan Selat Antara Pulau UT dan Pulau Kei Kecil Kabupaten Maluku Tenggara Sebagai Lokasi Budidaya Kerang Mutiara (*Pinctada* sp). Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan. Politeknik Perikanan Negeri Tual. Experimental Stasion. Alabama. 359 p
- Sakinah. 2013. Efektivitas Larutan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swingle.*) dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan Variasi Konsentrasi Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*). Jurusan Biologi. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Sari, S.R., S. Dharma dan Nurmaini. 2013. Perbedaan Kemampuan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting dengan Cangkang Udang Sebagai Koagulan Alami Dalam Penjernihan Air Sumur Di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat. Universitas Sumatera Utara.
- Setyono, D. 2006. Karakteristik Biologi dan Produksi Kerang-kerangan Perairan. Oseana. Vol XXXI (1): 1- 7.
- Siregar, S.M. 2009. Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer. Thesis Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Spotte, S. 1970. Fish and Invertebrate Culture : Water Management in Closed System, Wiley Intersci, Pub. New York.
- Standar Nasional (SNI). 2009. Batas Maksimum Cemarkan Logam Berat Dalam Pangan. ICS 67.220.20
- Tremblay I, Guderley HE, Himmelman JH. 2012. Swimming Away or Clamming Up: The Use of Phasic and Tonic Adductor Muscles During Escape Responses Varies With Shell Morphology In Scallops. J. Exp. Biol. 4: 131-143.
- Tremblay I, Samson DM, Guderley HE. 2015. When Behavior and Mchanics Meet: Scallop Swimming Capacities and Their Hinge Ligament. J Shellfish Res. 2: 203-212.

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

- Ulysses, M., R.M. Lawrence., B.Valeriano and S. Shigeru. 2009. Comparative PSP toxin accumulation in bivalves, *Paphia undulata* and *Perna viridis* in Sorsogon Bay, Philippines. ICMSS09 – Nantes.
- Wahyuni, M. dan Widiyanti, S. 2004. Reduksi kadar merkuri pada kerang hijau (*Mytilus viridis*) di Teluk Jakarta melalui metode asam serta pemanfaatannya dalam metode kerupuk. Prosiding Seminar Nasional dan Temu Usaha. Universitas Sahid, Jakarta. p. 206– 220.
- Widiowati, W., A. Sastiono dan R. Jusuf R. 2008. Efek toksik Logam. Penerbit andi: Yogyakarta.
- Wirosarjono, S. 1974. Masalah-Masalah Yang Dihadapi Dalam Penyusunan Kriteria Kualitas Air Guna Berbagai Peruntukan. PPMKL-DKI Jaya, Seminar Pengelolaan Sumber Daya Air. , eds. Lembaga Ekologi UNPAD. hal 9 – 15.
- Yennie, Y dan J.T. Murtini. 2005. Kandungan Logam Berat Air Laut, Sedimen dan Daging Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Di Perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur. Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia, 12(1) : 27-32.
- Yona, D. 2002. Struktur Komunitas dan Strategi Adaptasi Moluska Dikaitkan dengan Dinamika Air pada Habitat Mangrove Kawasan Prapat Benoa, Bali. Skripsi Sarjana. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 57 hal.

Lampiran 1. Data Morfometrik Kerang Bulu

Sebelum Perlakuan

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
Awal I	1	3,2	2,1	1,6	6,4
	2	3,3	2,5	1,7	7,6
	3	3,3	2,2	1,7	8,0
	4	3,2	2,2	1,7	8,0
	5	3,5	2,9	1,8	10,0
	6	4,0	2,7	2,0	12,6
	7	3,9	2,9	2,0	12,1
	8	3,6	2,5	1,8	10,0
	9	3,4	2,4	1,8	9,6
	10	4,0	2,8	1,8	11,4
	11	3,8	3,0	2,0	12,0
	12	3,3	2,4	1,6	6,8
	13	3,5	2,5	1,7	8,2
	14	4,0	2,9	1,9	11,4
	15	3,0	1,8	1,3	4,3
	16	3,5	2,4	1,5	5,2
	17	3,6	2,8	1,7	9,5
	18	3,8	2,9	1,8	8,4
	19	3,0	2,5	1,7	7,4
	20	3,5	2,4	1,6	6,9
	21	3,2	2,1	1,5	6,4
	22	3,5	1,7	1,1	4,2
	23	3,6	1,8	1,2	5,1

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Awal II	24	3,4	2,4	1,7	8,1
	25	3,0	2,1	1,5	4,1
	1	3,1	2,5	1,8	9,1
	2	4,1	2,9	2,0	12,3
	3	3,1	2,4	1,5	6,5
	4	3,6	2,5	1,7	8,6
	5	3,5	2,5	1,8	8,4
	6	3,4	2,5	1,7	7,7
	7	3,4	2,5	1,6	5,6
	8	3,9	2,4	1,7	7,0
	9	3,3	1,7	1,1	4,3
	10	3,8	2,7	1,5	9,1
	11	3,3	2,3	1,5	5,6
	12	3,9	2,7	1,9	7,7
	13	3,0	2,0	1,5	5,4
	14	2,9	2,0	1,3	4,8
	15	3,7	2,4	1,6	6,0
	16	3,6	2,7	1,7	8,5
	17	3,0	2,3	1,3	4,5
	18	3,3	2,3	1,6	6,7
	19	4,0	3,1	1,9	10,7
	20	3,1	2,4	1,5	5,7
	21	3,9	2,9	1,9	8,8
	22	3,5	2,6	1,8	8,7
	23	3,4	2,4	1,6	6,8
	24	3,9	3,0	1,8	9,7
	25	3,7	2,4	1,6	7,4

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	26	3,0	2,4	1,4	4,5
	27	2,9	2,0	1,2	2,6
	28	3,7	2,6	1,8	7,9
Awal III	1	3,3	2,5	1,6	7,8
	2	3,0	2,2	1,5	6,7
	3	3,4	2,5	1,6	6,2
	4	3,7	2,9	2,0	12,9
	5	3,7	2,6	1,8	9,5
	6	4,0	2,8	2,0	11,0
	7	3,3	2,5	1,6	7,4
	8	3,7	2,5	1,7	10,0
	9	3,6	2,7	1,9	8,9
	10	3,1	2,4	1,5	5,5
	11	3,4	2,4	1,6	6,3
	12	3,0	1,9	1,4	5,1
	13	4,1	2,9	1,9	11,7
	14	3,3	2,1	1,5	6,1
	15	3,2	1,9	1,1	4,2
	16	3,2	2,3	1,6	6,6
	17	2,8	2,1	1,4	4,3
	18	4,2	3,3	2,1	14,5
	19	3,3	2,4	1,6	7,1
	20	4,0	3,0	1,9	11,9
	21	3,2	2,6	1,6	6,8
	22	3,4	2,4	1,5	6,2
	23	3,5	2,0	1,2	5,1
	24	3,5	1,9	1,2	5,4

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	25	3,2	2,0	1,5	5,4
	26	2,9	2,0	1,3	4,7
	27	3,1	2,3	1,4	4,6
Rata-Rata		3,453	2,439	1,625	7,578

P0 (Kontrol) Setelah Perlakuan 24 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
PO.1	1	2,6	2,2	1,7	8,3
	2	2,9	2,5	1,8	8,8
	3	2,4	2,0	1,5	5,6
	4	2,7	2,1	1,7	6,8
	5	2,6	1,9	1,6	7,8
	6	2,7	2,4	1,7	7,6
	7	2,5	1,9	1,5	5,4
PO.2	1	3,0	2,5	2,0	10,7
	2	3,3	3,0	2,2	11,3
	3	3,0	2,5	2,0	12,1
	4	2,5	2,0	1,5	6,2
	5	3,3	2,6	2,1	11,9
PO.3	1	2,5	2,0	1,4	5,3
	2	3,0	2,1	1,7	7,3
	3	3,3	2,8	2,0	12,0
	4	2,5	2,0	1,7	7,8
	5	2,6	2,3	1,6	7,8
	6	3,0	2,2	1,6	7,2
	7	2,8	2,4	1,8	7,2

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

PO.4	1	3,0	2,5	1,8	10,7
	2	3,1	2,6	2,0	9,7
	3	2,6	2,2	1,6	7,2
	4	2,8	2,0	1,5	6,9
	5	2,7	2,2	1,7	8,4
	6	2,7	2,1	1,6	8,3
Rata-rata		2,804	2,280	1,732	8,332

P1 (Cangkang Kerang 25%) Setelah Perlakuan 24 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
P1.1	1	2,7	2,2	1,7	8,5
	2	2,6	2,2	1,6	6,6
	3	3,1	2,6	2,0	11,7
	4	2,6	2,2	1,6	6,9
	5	2,7	2,5	1,8	8,9
	6	2,9	2,1	1,7	6,9
P1.2	1	3,1	2,5	1,9	10,7
	2	2,6	2,0	1,6	7,0
	3	2,4	1,8	1,4	4,6
	4	2,5	2,1	1,7	6,8
	5	2,6	2,2	1,8	8,4
	6	2,8	2,1	1,7	7,1
	7	2,6	2,0	1,6	6,2
P1.3	1	3,1	2,5	2,1	12,5
	2	3,0	2,4	1,9	11,1
	3	2,4	2,1	1,5	5,9
	4	3,1	2,4	1,9	9,4

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	5	2,4	2,2	1,5	5,4
	6	2,5	2,1	1,8	6,8
P1.4	1	3,3	2,6	2,1	13,0
	2	2,8	2,4	1,9	10,2
	3	3,0	2,4	2,0	11,3
	4	3,0	2,5	1,9	11,5
	5	2,5	2,0	1,5	5,9
Rata-rata		2,763	2,254	1,758	8,471

P2 (Cangkang Kerang 50%) Setelah Perlakuan 24 Jam

Sampe l	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
P2.1	1	3,0	2,4	1,8	8,1
	2	3,1	2,8	2,0	11,7
	3	2,8	2,5	1,9	10,5
	4	3,2	2,8	2,0	12,8
	5	2,7	2,2	1,7	8,0
P2.2	1	2,9	2,3	1,7	8,2
	2	3,0	2,1	1,9	9,8
	3	2,7	2,1	1,7	7,9
	4	2,8	2,1	1,8	8,7
	5	2,8	2,1	1,5	6,0
	6	2,1	2,0	1,5	6,2
	7	2,4	2,1	1,5	6,5
P2.3	1	3,0	2,5	1,9	9,8
	2	2,5	2,0	1,6	6,8
	3	2,7	2,2	1,5	7,8

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	4	2,7	2,2	1,7	8,1
	5	2,7	2,3	1,7	7,7
	6	2,6	2,0	2,3	6,3
	7	2,2	1,7	1,4	4,5
P2.4	1	2,5	2,0	1,5	5,3
	2	2,6	2,2	1,5	6,1
	3	2,8	2,1	1,6	6,8
	4	2,8	2,1	1,5	6,6
	5	2,6	2,1	1,6	7,5
	6	3,0	1,6	1,3	6,2
	7	2,5	2,0	1,5	6,9
	8	2,5	2,0	1,6	6,2
Rata-rata		2,711	2,167	1,674	7,667

P3 (Cangkang Kerang 75%) Setelah Perlakuan 24 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
P3.1	1	3,1	2,3	2,0	11,9
	2	3,0	2,5	2,0	11,0
	3	3,3	2,8	2,1	14,5
	4	3,2	2,4	2,0	11,8
	5	3,0	2,5	1,9	11,1
P3.2	1	3,4	2,6	2,1	13,7
	2	3,2	1,8	1,5	7,7
	3	2,6	2,0	1,6	6,9
	4	2,5	2,5	2,1	15,1
	5	2,9	2,1	1,6	8,0

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

P3.3	1	3,1	2,8	1,9	11,7
	2	3,0	2,5	2,0	11,3
	3	2,3	2,2	1,8	8,9
	4	2,9	2,4	1,8	9,5
	5	2,7	2,1	1,5	7,1
	6	2,5	2,0	1,5	6,7
P3.4	1	2,8	2,2	1,5	7,4
	2	3,5	2,8	2,1	13,9
	3	2,9	2,2	1,8	8,1
	4	2,3	1,9	1,5	5,0
	5	2,5	2,1	1,6	6,7
	6	2,8	2,2	1,8	6,3
	7	2,5	2,2	1,6	6,9
Rata-rata		2,870	2,309	1,796	9,617

P4 (Cangkang Kerang 100%) Setelah Perlakuan 24 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
P4.1	1	3,8	2,9	2,3	14,9
	2	2,9	2,4	1,9	10,3
	3	3,2	2,7	2,1	13,9
	4	3,3	2,5	1,9	11,4
P4.2	1	3,7	3,0	2,3	17,1
	2	2,6	2,1	1,5	7,1
	3	2,8	2,2	1,6	7,8
	4	2,9	2,2	1,7	9,0
	5	2,9	2,1	1,7	7,9

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

P4.3	1	3,1	2,3	1,8	10,7
	2	2,9	2,4	1,7	8,7
	3	3,3	2,5	2,0	10,4
	4	1,5	2,9	1,2	5,2
	5	3,0	2,5	2,0	8,1
	6	3,0	2,4	1,9	10,5
P4.4	1	2,5	1,8	1,3	5,0
	2	2,7	2,1	1,6	7,7
	3	3,5	2,6	2,1	14,2
	4	3,5	2,7	2,1	13,2
	5	2,8	2,5	1,8	8,3
	6	2,9	1,6	1,2	5,1
Rata-rata		2,990	2,400	1,795	9,833

P0 (Kontrol) Setelah Perlakuan 48 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
PO.1	1	3,7	3,2	2,4	17,7
	2	3,2	2,3	2,2	9,2
	3	3,1	2,1	1,6	3,8
	4	2,9	2,5	1,8	8,2
	5	3,2	2,4	2,0	8,4
	6	2,9	2,1	1,7	6,5
PO.2	1	3,3	2,8	2,0	10,8
	2	2,5	2,1	1,6	7,3
	3	2,6	1,9	1,4	5,0
	4	2,3	1,6	1,2	6,5

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	5	2,8	2,1	1,7	6,9
	6	2,6	2,1	2,0	6,2
	7	2,9	2,3	2,0	3,3
PO.3	1	3,7	3,2	2,4	17,7
	2	3,1	2,6	2,1	9,5
	3	3,0	2,2	1,7	3,9
	4	2,9	2,5	1,8	8,2
	5	3,2	2,4	2,0	8,4
	6	2,8	2,0	1,6	6,4
	7	2,6	2,0	1,7	8,3
PO.4	1	3,2	2,4	2,0	8,2
	2	2,5	2,0	1,5	5,8
	3	3,2	2,7	2,0	9,1
	4	3,1	2,2	1,8	7,5
	5	3,2	2,5	2,0	11,0
	6	2,7	2,0	1,4	9,2
Rata-rata		2,969	2,315	1,831	8,192

P1 (Cangkang kerang 25%) Setelah Perlakuan 48 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
P1.1	1	2,8	2,2	1,8	7,5
	2	2,2	1,4	1,2	3,2
	3	2,4	1,6	1,5	6,1
	4	2,9	2,3	1,8	8,3
	5	2,5	1,7	2,7	6,7
	6	2,5	1,8	1,6	5,4

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	7	2,7	2,2	1,6	7,0
	8	3,1	2,5	1,8	9,7
P1.2	1	2,2	1,5	1,3	3,2
	2	3,5	2,0	1,4	6,2
	3	3,4	2,0	1,2	6,0
	4	3,1	2,5	1,5	6,7
	5	2,9	2,2	1,5	6,5
	6	3,4	2,2	1,5	6,6
P1.3	1	2,3	1,8	1,4	3,3
	2	2,5	2,1	2,5	7,6
	3	2,3	1,6	1,5	6,1
	4	2,7	2,0	1,6	7,6
	5	2,8	1,8	1,5	5,5
	6	2,3	1,7	1,4	5,6
	7	2,2	1,5	1,4	5,6
	8	2,4	1,9	1,3	5,4
P1.4	1	3,3	2,8	2,2	13,9
	2	2,7	2,2	1,6	7,9
	3	2,8	2,2	1,7	7,3
	4	2,9	2,3	1,8	5,7
	5	2,7	2,0	1,7	6,0
	6	2,7	2,0	1,6	4,2
Rata-rata		2,721	2,000	1,629	6,457

P2 (Cangkang kerang 50%) Setelah Perlakuan 48 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
--------	------------	--------------	------------	-------------	------------

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

P2.1	1	3,3	2,1	1,3	7,8
	2	3,7	2,4	1,5	11,0
	3	3,6	2,7	1,6	12,0
	4	3,4	3,0	1,5	7,6
	5	3,0	2,0	1,3	5,8
	6	4,1	2,1	1,9	6,6
	7	3,1	1,9	1,4	5,4
P2.2	1	4,0	3,0	1,9	11,9
	2	3,2	2,6	1,6	6,8
	3	3,4	2,4	1,5	6,2
	4	3,5	2,0	1,2	5,1
	5	3,5	1,9	1,2	5,4
	6	3,2	2,0	1,5	5,4
P2.3	1	2,4	2,1	1,7	8,2
	2	2,1	2,0	1,9	9,8
	3	2,8	2,1	1,5	7,9
	4	2,8	2,1	1,5	6,5
	5	2,8	2,1	1,4	6,0
	6	2,7	2,3	1,8	6,2
	7	3,0	2,0	1,6	6,7
P2.4	1	2,4	1,8	1,5	3,4
	2	2,8	2,2	1,7	8,1
	3	2,5	2,0	1,5	7,2
	5	3,6	2,7	2,2	13,8
	6	3,3	2,6	1,3	7,5
Rata-rata		3,050	2,650	1,750	7,532

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

P3 (Cangkang kerang 75%) Setelah Perlakuan 48 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
P3.1	1	3,2	2,7	2,1	13,8
	2	2,9	2,4	1,8	8,1
	3	2,8	2,2	1,7	7,3
	4	2,7	2,0	1,5	5,4
	5	2,8	2,1	1,8	5,9
	6	2,4	1,8	1,6	6,1
	7	2,4	1,8	1,3	3,9
P3.2	1	3,1	2,5	1,8	10,6
	2	2,7	2,3	1,8	7,5
	3	2,5	1,8	1,3	4,9
	4	2,6	1,9	1,5	6,8
	5	2,8	2,1	1,7	6,9
	6	2,5	2,0	1,9	6,1
	7	2,6	2,0	1,7	8,3
P3.3	1	3,5	3,0	2,2	17,5
	2	3,0	2,5	2,0	9,4
	3	3,0	2,2	1,7	3,9
	4	2,8	2,4	1,7	8,1
	5	3,2	2,4	2,0	8,4
	6	2,8	2,0	1,6	6,4
P3.4	1	3,4	2,6	2,2	8,4
	2	2,6	2,1	1,6	5,9
	3	3,0	2,5	1,8	8,9
	4	2,9	2,0	1,6	7,3

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

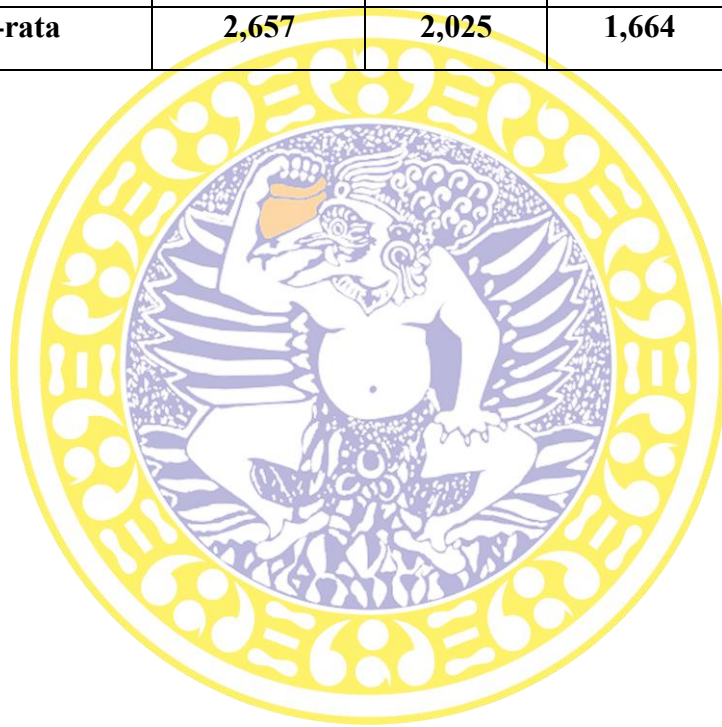
	5	3,2	2,5	2,0	11,0
	6	2,9	2,2	1,6	9,4
Rata-rata		2,858	2,231	1,750	8,004

P4 (Cangkang kerang 100%) Setelah Perlakuan 48 Jam

Sampel	Kerang ke-	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (gr)
P4.1	1	3,6	2,6	2,1	13,6
	2	3,5	2,0	1,3	7,5
	3	3,3	2,6	2,0	10,3
	4	2,4	1,9	1,4	5,3
	5	2,9	2,3	1,7	6,7
	6	2,5	1,7	1,6	5,5
P4.2	1	2,8	2,1	1,7	7,5
	2	2,6	2,2	1,6	5,1
	3	2,3	1,7	1,3	3,9
	4	2,2	1,4	1,2	3,2
	5	2,4	1,7	1,6	6,2
	6	2,9	2,3	1,8	8,2
	7	2,6	2,2	2,8	7,7
	8	2,4	1,9	1,5	3,4
P4.3	1	2,7	1,8	1,6	7,9
	2	2,4	1,8	1,6	5,8
	3	2,4	1,9	1,4	4,4
	4	2,3	1,7	1,6	4,7
	5	2,5	1,8	1,5	5,2
	6	2,5	1,7	2,7	6,7

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	7	2,4	1,8	1,5	5,5
	8	2,3	2,2	1,8	9,3
P4.4	1	3,0	2,6	1,7	11,0
	2	2,7	2,1	1,5	5,7
	3	2,4	2,0	1,4	4,1
	4	2,6	2,0	1,3	4,3
	5	2,7	2,2	1,6	7,0
	6	3,1	2,5	1,8	9,6
Rata-rata		2,657	2,025	1,664	6,618



Lampiran 2. Data Hasil Uji AAS

No.	Sampel	Kadar logam Cd (ppm)	Metode
1	P awal air	0,098	AAS
2	P0 pada air	0,350	AAS
3	P1 pada air	0,174	AAS
4	P2 pada air	0,196	AAS
5	P3 pada air	0,165	AAS
6	P4 pada air	0,194	AAS
7	I.Cd P0 sebelum perlakuan	0,355	AAS
8	I.Cd P1 sebelum perlakuan	0,365	AAS
9	I.Cd P2 sebelum perlakuan	0,332	AAS
10	I.Cd P3 sebelum perlakuan	0,361	AAS
11	I.Cd P4 sebelum perlakuan	0,386	AAS
12	II. P0U1	0,241	AAS
13	II. P0U2	0,372	AAS
14	II. P0U3	0,384	AAS
15	II. P0U4	0,366	AAS
16	II. P1U1	0,135	AAS
17	II. P1U2	0,175	AAS
18	II. P1U3	0,341	AAS
19	II. P1U4	0,142	AAS
20	II. P2U1	0,234	AAS
21	II. P2U2	0,185	AAS
22	II. P2U3	0,104	AAS
23	II. P2U4	0,162	AAS

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

24	II. P3U1	0.053	AAS
25	II. P3U2	0.031	AAS
26	II. P3U3	0,033	AAS
27	II. P3U4	0,036	AAS
28	II. P4U1	0,182	AAS
29	II. P4U2	0,022	AAS
30	II. P4U3	0,095	AAS
31	II. P4U4	0,087	AAS
32	III. P0U1	0,144	AAS
33	III. P0U2	0,156	AAS
34	III. P0U3	0,131	AAS
35	III. P0U4	0,152	AAS
36	III. P1U1	0,123	AAS
37	III. P1U2	0,130	AAS
38	III. P1U3	0,089	AAS
39	III. P1U4	0,088	AAS
40	III. P2U1	0,122	AAS
41	III. P2U2	0,143	AAS
42	III. P2U3	0,142	AAS
43	III. P2U4	0,122	AAS
44	III. P3U1	0,164	AAS
45	III. P3U2	0,034	AAS
46	III. P3U3	0,025	AAS
47	III. P3U4	0,022	AAS
48	III. P4U1	0,054	AAS
49	III. P4U2	0,073	AAS

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

50	III. P4U3	0,054	AAS
51	III. P4U4	0,079	AAS



ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lampiran 3. Uji Statistika

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	95% Confidence Interval for Mean	Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Kandungan Pb Selama 24 Jam	Kontrol	4	53.5891	5.73476	2.86738	44.4638	62.7144	49.27	61.99
	Cangkang 25	4	60.0297	9.19392	4.59696	45.4001	74.6593	51.91	73.18
	Cangkang 50	4	61.1187	8.28489	4.14245	47.9356	74.3018	54.65	73.27
	Cangkang 75	4	57.9631	10.28801	5.93978	32.4063	83.5199	51.78	69.84
	Cangkang 100	4	44.0823	3.46940	1.55156	39.7745	48.3902	40.34	49.27
	Total	20	54.6626	9.45056	2.11321	50.2396	59.0856	40.34	73.27
Kandungan Pb Selama 48 Jam	Kontrol	4	49.1125	1.13363	.56681	47.3088	50.9163	48.06	50.46
	Cangkang 25	4	53.1697	8.13694	4.06847	40.2220	66.1174	45.38	62.09
	Cangkang 50	4	60.5383	5.29961	2.64980	42.1054	58.9711	44.79	57.62
	Cangkang 75	4	51.0308	4.70512	2.71650	39.3426	62.7189	45.68	54.51
	Cangkang 100	4	39.8869	3.83098	1.71327	35.1301	44.6437	35.51	46.08
	Total	20	48.1904	6.81829	1.52462	44.9994	51.3815	35.51	62.09
Kandungan Cd Selama 24 Jam	Kontrol	4	74.8966	15.96750	7.98375	49.4887	100.3045	52.37	89.96
	Cangkang 25	4	46.6631	16.05959	8.02979	21.1087	72.2175	36.35	70.42
	Cangkang 50	4	41.7679	8.28117	4.14058	28.5907	54.9450	31.35	51.30
	Cangkang 75	4	18.4467	2.91664	1.68393	11.2013	25.6920	16.50	21.80
	Cangkang 100	4	26.6765	11.60436	5.18963	12.2678	41.0852	13.84	43.49
	Total	20	42.1016	22.42421	5.01421	31.6068	52.5965	13.84	89.96
Kandungan Cd Selama 48 Jam	Kontrol	4	38.0055	1.70198	.85099	35.2973	40.7137	35.72	39.58
	Cangkang 25	4	31.8445	3.68460	1.84230	25.9815	37.7075	28.59	35.57
	Cangkang 50	4	36.9050	1.85984	.92992	32.9455	38.8644	34.30	37.59
	Cangkang 75	4	24.2906	14.34538	8.28231	-11.3453	59.9265	14.78	40.79
	Cangkang 100	4	22.1351	5.14319	2.30011	15.7490	28.5212	13.84	26.96
	Kandungan Cd Selama...	Total	20	30.3284	8.55798	1.91362	26.3231	34.3336	13.84

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	95% Confidence Interval for Mean	Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Kematian Kerang Selama 24 Jam	Kontrol	4	5.1077	.59738	.29869	4.1572	6.0583	4.59	5.63
	Cangkang 25	4	14.2225	3.81646	1.90823	8.1497	20.2954	10.82	19.27
	Cangkang 50	4	14.2613	5.34569	2.67284	5.7551	22.7675	7.27	20.14
	Cangkang 75	3	17.5147	1.01479	.58589	14.9938	20.0355	16.77	18.67
	Cangkang 100	5	24.3943	5.03926	2.25362	18.1373	30.6514	16.10	28.92
	Total	20	15.4441	7.56186	1.69088	11.9050	18.9831	4.59	28.92
Kematian Kerang Selama 48 Jam	Kontrol	4	11.6651	1.89439	.94720	8.6507	14.6795	9.77	13.49
	Cangkang 25	4	37.3243	5.15633	2.57817	29.1194	45.5292	32.47	43.70
	Cangkang 50	4	39.8266	12.43969	6.21985	20.0343	59.6229	21.25	46.82
	Cangkang 75	3	54.1342	.84073	.48540	52.0457	56.2227	53.17	54.71
	Cangkang 100	5	61.7088	3.05743	1.36732	57.9125	65.5051	56.89	64.91
	Total	20	41.3109	18.85556	4.21623	32.4862	50.1356	9.77	64.91

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kandungan Pb Selama 24 Jam	Between Groups	878.949	4	219.737	4.029	.021
	Within Groups	817.999	15	54.533		
	Total	1696.948	19			
Kandungan Pb Selama 48 Jam	Between Groups	493.568	4	123.392	4.749	.011
	Within Groups	389.724	15	25.982		
	Total	883.292	19			
Kandungan Cd Selama 24 Jam	Between Groups	7254.051	4	1813.513	11.827	.000
	Within Groups	2300.006	15	153.334		
	Total					
Kandungan Cd Selama 48 Jam	Between Groups	814.357	4	203.589	5.291	.007
	Within Groups	577.185	15	38.479		
	Total	1391.543	19			
Kematian Kerang Selama 24 Jam	Between Groups	852.320	4	213.080	13.651	.000
	Within Groups	234.132	15	15.609		
	Total	1086.452	19			
Kematian Kerang Selama 48 Jam	Between Groups	6161.536	4	1540.384	38.927	.000
	Within Groups	593.572	15	39.571		
	Total	6755.108	19			

Kandungan Cd Selama 24 Jam

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Cangkang 75	3	18.4467			
Cangkang 100	5	26.6765	26.6765		
Cangkang 50	4		41.7679	41.7679	
Cangkang 25	4			46.6631	
Kontrol	4				74.8966
Sig.		.368	.110	.589	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Kandungan Cd Selama 48 Jam

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Cangkang 100	5	22.1351	
Cangkang 75	3	24.2906	
Cangkang 25	4	31.8445	31.8445
Cangkang 50	4		35.9050
Kontrol	4		38.0055
Sig.		.055	.208

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Kematian Karang Selama 48 Jam

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Kontrol	4	11.6651		
Cangkang 25	4		37.3243	
Cangkang 50	4		39.8286	
Cangkang 75	3			54.1342
Cangkang 100	5			61.7088
Sig.		1.000	.587	.114

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 4. Cara Kerja AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

1. Timbang
2. Oven 60°C selama 2,5-3 jam
3. Ditumbuk
4. Ditambahkan Asam Nitrat 2 ml
5. Ditambahkan H₂O₂ 2 ml
6. Dipanaskan sampai asam nitrat dan H₂O₂ kering
7. Ditambahkan asam nitrat 1 ml
8. Ditambahkan air sampai 25 ml
9. Centrifuge hingga jernih dengan kecepatan 40 rpm/ 10 menit
10. Disaring dan diambil filtratnya
11. Larutan lalu dimasukkan ke AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)
12. Tekan tombol Pb lalu otomatis keluar hasil kandungan timbal Pb pada air dan kerang bulu (*Anadara antiquata*)

Lampiran 5. Data Pengukuran Kualitas Air

Data Kualitas Air Tanggal 13 September 2016 Pukul : 18.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,19	32	28	4	0,03	0	0	-
P1	7,21	31,5	30	4	0,03	0	0	-
P2	7,21	31	28	4	0,03	0	0	-
P3	7,27	31	28	4	0,03	0	0	-
P4	7,35	31	30	4	0,03	0	0	-

Data Kualitas Air Tanggal 14 September 2016 Pukul : 00.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,48	30	28	4	0,01	0	0	-
P1	7,41	29,5	30	4	0,03	0	0	-
P2	7,40	29	28	4	0,01	0	0	-
P3	7,40	29	28	4	0,01	0	0	-
P4	7,41	30	30	4	0,03	0	0	-

Data Kualitas Air Tanggal 14 September 2016 Pukul : 06.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,52	29,5	30	4	0,09	0	0	1
P1	7,44	29,5	29	4	0,03	0	0	1
P2	7,48	29,5	29	4	0,03	0	0	2
P3	7,41	29	29	4	0,03	0	0	-
P4	7,41	30	29	4	0,03	0	0	-

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Data Kualitas Air Tanggal 14 September 2016 Pukul : 12.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,59	30	30	4	0,09	0	0	8
P1	7,52	30	30	6	0,09	0	0	6
P2	7,53	30	29	4	0,09	0	0	6
P3	7,41	29,5	28	6	0,03	0	0	15
P4	7,41	30,5	29	4	0,03	0	0	5

Data Kualitas Air Tanggal 14 September 2016 Pukul : 18.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,68	31	29	4	0,09	0	0	13
P1	7,61	31	30	4	0,09	0	0	79
P2	7,57	30	29	4	0,09	0	0	83
P3	7,46	29,5	28,5	4	0,03	0	0	137
P4	7,35	30,5	29	4	0,03	0	0	221

Data Kualitas Air Tanggal 15 September 2016 Pukul : 00.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,74	30	29	4	0,09	0	0	13
P1	7,66	29	29	4	0,09	0	0	79
P2	7,51	29	29	4	0,09	0	0	83
P3	7,47	29	29	4	0,03	0	0	137
P4	7,35	30	29	4	0,03	0	0	221

Data Kualitas Air Tanggal 15 September 2016 Pukul : 06.00

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,75	30	30	4	0,09	0	0	13
P1	7,62	30	29	4	0,09	0	0	79
P2	7,46	30	29	4	0,03	0	0	83
P3	7,4	29	30	4	0,03	0	0	137
P4	7,27	30	29	4	0,03	0	0	221

Data Kualitas Air Tanggal 15 September 2016 Pukul : 12.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,66	31	30	4	0,09	0	0	13
P1	7,57	31	30	4	0,09	0	0	79
P2	7,42	30	29	4	0,03	0	0	83
P3	7,22	31	28,5	4	0,03	0	0	137
P4	7,2	30	29	4	0,03	0	0	221

Data Kualitas Air Tanggal 15 September 2016 Pukul : 18.00

Perlakuan	pH	Suhu (C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Amoniak	Nitrit	Nitrat	Kematian
P0	7,67	31,5	29	4	0,09	0,5	0,1	39
P1	7,36	31	28	4	0,03	0	0	382
P2	7,34	30,5	30	4	0,03	0,5	0	391
P3	7,1	30	29	4	0,03	0	0	724
P4	7	30,5	29	4	0,03	0	0	732

Lampiran 6. Perhitungan Penurunan Cd pada Daging Kerang

Rumusan penurunan Cd pada daging kerang : $\frac{Cd_{awal} - Cd_{akhir}}{Cd_{awal}} \times 100\%$

Rata-rata Cd selama 24 jam

$$\begin{aligned} \text{- Cd P0} &= \frac{0,241 + 0,372 + 0,384 + 0,366}{4} \\ &= 0,34 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Cd P1} &= \frac{0,135 + 0,175 + 0,341 + 0,142}{4} \\ &= 0,198 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Cd P2} &= \frac{0,234 + 0,185 + 0,104 + 0,162}{4} \\ &= 0,171 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Cd P3} &= \frac{0,053 + 0,031 + 0,033 + 0,036}{4} \\ &= 0,038 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Cd P4} &= \frac{0,182 + 0,022 + 0,095 + 0,087}{4} \\ &= 0,096 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Rata-rata Cd selama 48 jam

$$\begin{aligned} \text{- Cd P0} &= \frac{0,144 + 0,156 + 0,131 + 0,152}{4} \\ &= 0,145 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cd P1} &= \frac{0,123 + 0,130 + 0,089 + 0,088}{4} \\
 &= 0,107 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cd P2} &= \frac{0,122 + 0,143 + 0,142 + 0,122}{4} \\
 &= 0,132 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cd P3} &= \frac{0,164 + 0,034 + 0,025 + 0,022}{4} \\
 &= 0,061 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cd P4} &= \frac{0,054 + 0,073 + 0,054 + 0,079}{4} \\
 &= 0,065 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Penurunan Cd selama 24 jam	Penurunan Cd selama 48 jam
P0	$\frac{0,355 - 0,34}{0,355} \times 100\%$ 4,2%	$\frac{0,355 - 0,145}{0,355} \times 100\%$ 59,1%
P1	$\frac{0,365 - 0,198}{0,365} \times 100\%$ 45,7%	$\frac{0,365 - 0,107}{0,365} \times 100\%$ 70,7%
P2	$\frac{0,332 - 0,171}{0,332} \times 100\%$ 48,5%	$\frac{0,332 - 0,132}{0,332} \times 100\%$ 60,2%
P3	$\frac{0,361 - 0,038}{0,361} \times 100\%$ 89,5%	$\frac{0,361 - 0,061}{0,361} \times 100\%$ 83,1%

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

P4	$\frac{0,386 - 0,096}{0,386} \times 100\%$ <p>75,1%</p>	$\frac{0,386 - 0,065}{0,386} \times 100\%$ <p>83,2%</p>



Lampiran 7. Perhitungan Kenaikan Cd pada Air

Rumusan kenaikan Cd pada daging kerang : $\frac{Cd_{akhir} - Cd_{awal}}{Cd_{awal}} \times 100\%$

Cd awal = 0,098 ppm

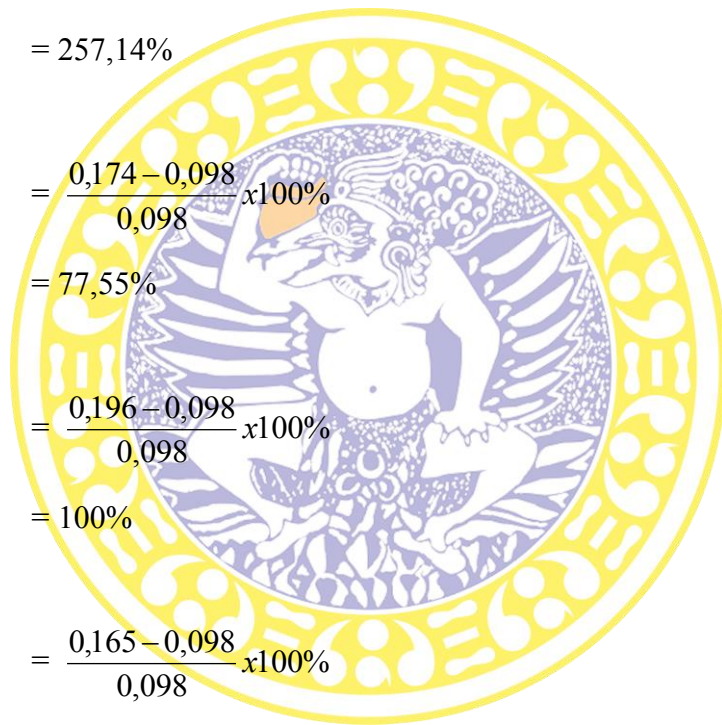
$$\begin{aligned} - \text{Cd P0} &= \frac{0,350 - 0,098}{0,098} \times 100\% \\ &= 257,14\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Cd P1} &= \frac{0,174 - 0,098}{0,098} \times 100\% \\ &= 77,55\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Cd P2} &= \frac{0,196 - 0,098}{0,098} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Cd P3} &= \frac{0,165 - 0,098}{0,098} \times 100\% \\ &= 68,37\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Cd P4} &= \frac{0,194 - 0,098}{0,098} \times 100\% \\ &= 97,96\% \end{aligned}$$



Lampiran 8. Dokumentasi Alat & Bahan**a.****b.****c.****d.****e.****f.****g.****h.**

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA



i.



j.



k.



l.

Keterangan :

- a. Bak
- b. Rak
- c. Tabung Filter
- d. Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)
- e. Tandon
- f. Pipa
- g. Jangka Sorong
- h. Timbangan
- i. Serbuk Cangkang Kerang
- j. UV meter
- k. Flow meter
- l. Pompa

